



Universidade de Aveiro Departamento de Educação

2015

**José Duarte Cardoso
Gomes**

**REALIDADE AUMENTADA EM MANUAIS
ESCOLARES DE EDUCAÇÃO VISUAL NO 2.º CICLO
DO ENSINO BÁSICO**



**José Duarte Cardoso
Gomes**

**REALIDADE AUMENTADA EM MANUAIS
ESCOLARES DE EDUCAÇÃO VISUAL NO 2.º CICLO
DO ENSINO BÁSICO**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Promoção da Leitura e Bibliotecas Escolares realizada sob a orientação científica do Doutor Mário Vairinhos, Professor Auxiliar do Departamento de Comunicação e Arte da Universidade de Aveiro e da Doutora Lúcia Oliveira, Professora Associada com Agregação do Departamento de Educação e Arte da Universidade de Aveiro.

Dedico este trabalho à minha família e companheira Conceição pelo incansável apoio e pelas horas não partilhadas.

o júri

presidente

Professora Doutora Maria Luísa Álvares Pereira
Professora Auxiliar C/ Agregação, Universidade de Aveiro

Professor Doutor José Alberto Lencastre Freitas Borges de Araújo
Professor Auxiliar, Universidade do Minho

Professor Doutor Mário Jorge Rodrigues Martins Vairinhos
Professor Auxiliar, Universidade de Aveiro

agradecimentos

Aos meus professores por partilharem o seu saber e experiência.

Aos meus orientadores, Doutor Mário Vairinhos e Doutora Lúcia Oliveira pela orientação e apoio na elaboração desta dissertação.

À Cristina pelos projetos partilhados.

À colega Raquel Nery, pelo apoio e entusiasmo.

Ao colega Filinto Lima, diretor do Agrupamento de Escolas Dr. Costa Matos.

A todos os professores e alunos que participaram no projeto.

palavras-chave

Realidade aumentada, manual escolar, livro didático, livro aumentado, educação visual.

resumo

Na atualidade as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) têm um papel determinante na sociedade e também na educação. Tecnologias emergentes e agora largamente acessíveis, como a Realidade Aumentada (RA), apresentam inúmeros desafios mas também um campo de oportunidades únicas para os processos de ensino-aprendizagem.

Esta dissertação incide sobre uma investigação realizada no campo educacional e pretende contribuir para uma melhor perceção dos contributos da tecnologia de RA na área disciplinar de Educação Visual (EV) no segundo Ciclo do Ensino Básico em Portugal. Para esse efeito, desenvolvemos e adicionamos conteúdos digitais multimédia ao manual escolar (ME) Imaginate da Porto Editora. Estes conteúdos foram desenvolvidos em colaboração com um dos autores do ME e outros especialistas na área de EV.

A investigação foi baseada no paradigma do *Design* Centrado no Utilizador (DCU), seguindo uma metodologia de *Development Research* (DR). Os dados foram obtidos a partir de uma investigação preliminar, de um estudo de usabilidade e de um estudo experimental comparativo.

A partir dos resultados da investigação foi possível constatar que os professores de EV estão recetivos à utilização do ME aumentado com RA, que os alunos utilizam e valorizam os dispositivos de computação móvel (DCM), que os protótipos desenvolvidos cumprem requisitos de usabilidade e, finalmente, que o ME aumentado contribui para uma melhor aprendizagem relativamente ao ME tradicional.

keywords

Augmented reality, textbook, didactic book, augmented book, visual education

abstract

Presently, Information and Communication Technologies (ICT) play a decisive role in society and in education. Emerging and now widely available technologies such as Augmented Reality (AR), present different challenges but also unique opportunities for the teaching-learning processes.

This dissertation focuses on an investigation in the educational field and aims to contribute to a better perception on the contributions of AR technology in the subject area of Visual Education (VE) in the second Cycle of Basic Education in Portugal. To this end, we have developed and added multimedia digital content to the textbook (TB) Imaginarte published by Porto Editora. These contents were developed in collaboration with one of the authors of the TB and other experts in the VE area.

The research was based on the paradigm of User-centered Design (UCD), following a methodology of Development Research (DR). Data were obtained from a preliminary investigation, a usability study and a comparative experimental study.

From the research results it was found that the VE teachers are receptive to the use of TB augmented by RA technology, that students use and value the mobile computing devices (MCD), that the developed prototypes meet usability requirements, and finally, that an augmented TB effectively contributes to better learning than traditional TB.

Índice

| | |
|---|------|
| Índice..... | i |
| Índice de Figuras | iv |
| Índice de Quadros..... | vii |
| Lista de Siglas | viii |
| 1. Introdução..... | 1 |
| 1.1 Interesse e fundamentação..... | 1 |
| 1.2 Questões de investigação..... | 2 |
| 1.3 Objetivos da investigação..... | 3 |
| 1.4 Estrutura da investigação..... | 4 |
| 2. O Manual Escolar | 7 |
| 2.1 Evolução..... | 7 |
| 2.2 Funções..... | 8 |
| 2.3 Processo de adoção..... | 10 |
| 2.4 Manuais Escolares de Educação Visual | 11 |
| 2.4.1 Imaginate 5.º/6.º - Educação Visual, Porto Editora..... | 13 |
| 2.4.2 Essencial 5.º/6.º – Educação Visual, 2.º Ciclo, Santillana/Constância | 17 |
| 2.4.3 SABER VER 5.º/6.º – Educação Visual, Texto Editora | 22 |
| 2.4.4 Mundo Visual 5.º/6.º – Educação Visual, ASA Editora | 24 |
| 3. O Livro Aumentado..... | 27 |
| 3.1 Tipos de Livro Aumentado..... | 27 |
| 3.2 Aprendizagem Motivada | 31 |
| 4. Mundos Virtuais e Realidade Aumentada | 35 |

| | |
|---|----|
| 4.1 Mundos Virtuais | 35 |
| 4.1.1 Evolução | 35 |
| 4.1.2 Conceito e caraterísticas | 35 |
| 4.2 Realidade Virtual..... | 37 |
| 4.2.1 Evolução | 37 |
| 4.2.2 Conceito e caraterísticas | 38 |
| 4.3 Affordances dos MV e RV | 39 |
| 4.4 Trabalho relacionado | 41 |
| 4.4.1 Critérios de pesquisa..... | 41 |
| 4.4.2 Estudos documentais | 42 |
| 4.4.3 Estudos qualitativos..... | 43 |
| 4.4.4 Estudos experimentais | 44 |
| 4.5 Realidade Aumentada..... | 46 |
| 4.5.1 Evolução | 46 |
| 4.5.2 Conceito e caraterísticas | 46 |
| 4.5.3 <i>Affordances</i> da Realidade Aumentada | 48 |
| 4.6 Trabalho relacionado | 49 |
| 4.6.1 Critérios de pesquisa..... | 49 |
| 4.6.2 Estudos relevantes | 49 |
| 5. Plataformas de Realidade Aumentada | 53 |
| 5.1 Introdução..... | 53 |
| 5.2 Aurasma..... | 54 |
| 5.3 Vuforia..... | 54 |
| 5.4 Metaio..... | 54 |
| 5.5 Wikitude | 55 |
| 5.6 Layar..... | 56 |
| 5.7 Síntese | 56 |
| 6. Metodologia..... | 63 |
| 6.1 Opções metodológicas..... | 63 |
| 6.2 Desenho Centrado no Utilizador | 64 |

| | |
|---|-----|
| 6.3 Development Research | 66 |
| 6.4 Etapas da Investigação | 68 |
| 6.4.1 Investigação preliminar | 68 |
| 6.4.2 Estudo experimental comparativo | 70 |
| 7. Desenvolvimento dos Protótipos | 73 |
| 7.1 Introdução..... | 73 |
| 7.2 Projeto | 73 |
| 7.3 Recursos digitais..... | 75 |
| 7.4 Criação das experiências de Realidade Aumentada..... | 84 |
| 8. Descrição e análise dos resultados da investigação | 89 |
| 8.1 Investigação preliminar | 89 |
| 8.1.1 Fase 1 – Entrevista semiestruturada | 89 |
| 8.1.2 Fase 2 – Utilização de dispositivos móveis dos alunos | 93 |
| 8.2 Perceções e atitudes dos alunos | 108 |
| 8.3 Estudo experimental comparativo | 117 |
| 8.4 Análise e discussão de resultados | 120 |
| 9. Conclusões | 123 |
| Bibliografia..... | 127 |
| Anexos..... | 131 |

Índice de Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 2-1: Interface do CD-ROM Recursos Digitais do professor. | 14 |
| Figura 2-2: Interface do manual digital Imaginate. | 15 |
| Figura 2-3: Ícones e funções disponíveis no manual digital Imaginate..... | 16 |
| Figura 2-4: Interface do manual escolar digital Essencial 2.º Ciclo – Santillana/Constância..... | 17 |
| Figura 2-5: Funcionalidades e navegação do manual digital Essencial 2.º Ciclo – Santillana/Constância. | 18 |
| Figura 2-6: Acesso à aplicação de Realidade Aumentada através do livromédia..... | 19 |
| Figura 2-7: Hiperligação para a pasta com a aplicação de Realidade Aumentada a descarregar e instruções de utilização. | 19 |
| Figura 2-8: Executar o ficheiro "index.exe" contido na pasta "planificação"..... | 20 |
| Figura 2-9: Regulação dos parâmetros da webcam. | 20 |
| Figura 2-10: Matriz para a visualização dos conteúdos de RA na aplicação (colocar em frente à webcam). . | 21 |
| Figura 2-11: Visualização dos modelos através da Realidade Aumentada | 22 |
| Figura 2-12: Saber Ver - Educação Visual 5.º/6.º Anos, Aula Digital. | 23 |
| Figura 2-13: Saber Ver – Educação Visual 5.º/6.º, apresentação PowerPoint..... | 24 |
| Figura 3-1: Castelo de Hogwarts, livro pop-up e Jack and the Beanstalk, livro com hologramas. | 27 |
| Figura 3-2: MagicBook, modelo 3-D. | 28 |
| Figura 3-3: O Continuum físico, do livro virtual ao livro real (Grasset et al., 2008, p. 100). | 29 |
| Figura 3-4: Livros com realidade aumentada: Simples, multimédia lado a lado e multimédia integrada. | 30 |
| Figura 4-1: "Sensorama" de Morton Heilig, 1962..... | 37 |
| Figura 4-2: Sistemas de Realidade Virtual criados por Ivan Sutherland. | 38 |
| Figura 4-3: Modelo de aprendizagem em ambientes 3-D, características únicas e affordances (Dalgarno & Lee, 2010)..... | 41 |
| Figura 4-4: Continuum Realidade-Virtualidade de Milgram..... | 47 |
| Figura 5-1: Plataformas de Realidade Aumentada. | 53 |
| Figura 6-1: Pesquisa preditiva e de desenvolvimento, abordagens num ambiente de aprendizagem colaborativo em linha (Reeves, Herrington, & Oliver, 2004, p. 8) | 67 |
| Figura 6-2: Desenho experimental comparativo (Kumar, 2011, p. 121) | 71 |
| Figura 7-1: Imaginate, Construção de um brinquedo ótico – taumatrópio..... | 74 |
| Figura 7-2: O espaço, representação do espaço..... | 74 |
| Figura 7-3: Estruturas modulares, módulo e padrão..... | 75 |
| Figura 7-4: Geometria, polígono estrelado de cinco pontas. | 75 |
| Figura 7-5: Visão e perceção, taumatrópio, imagem de treino (fiducial). | 78 |
| Figura 7-6: Visão e perceção, taumatrópio, modelo 3-D animado no programa 3D Studio Max. | 78 |
| Figura 7-7: Visão e perceção, taumatrópio, vídeo com narração e legendagem..... | 79 |
| Figura 7-8: Visão e perceção, taumatrópio, experiência de realidade aumentada (aura)..... | 79 |

| | |
|--|-----|
| Figura 7-9: Representação do espaço, planificação num espaço bidimensional, imagem de treino (fiducial). | 80 |
| Figura 7-10: Representação do espaço, modelagem de um sólido geométrico no programa 3D Studio Max. | 80 |
| Figura 7-11: Representação do espaço, experiência de realidade aumentada (aura). | 81 |
| Figura 7-12: Estruturas modulares, módulo e padrão, imagem de treino (fiducial). | 81 |
| Figura 7-13: Estruturas modulares, módulo e padrão, vídeo interativo. | 82 |
| Figura 7-14: Estruturas modulares, módulo e padrão, experiência de realidade aumentada (aura). | 82 |
| Figura 7-15: Geometria, polígono estrelado de cinco pontas, imagem de treino (fiducial). | 83 |
| Figura 7-16: Geometria, polígono estrelado de cinco pontas, tutorial em vídeo. | 83 |
| Figura 7-17: Geometria, polígono estrelado de cinco pontas, experiência de realidade aumentada (aura). | 84 |
| Figura 7-18: Aurasma Studio, interface da aplicação em linha. | 86 |
| Figura 7-19: Etapas para a instalação da app Aurasma. | 87 |
| Figura 7-20: Pesquisa do canal JDCG21 na app Aurasma. | 87 |
| Figura 7-21: Visualização da experiência de Realidade Aumentada. | 88 |
| Figura 8-1: Recetividade dos professores relativamente à tecnologia de Realidade Aumentada, Guião de entrevista, pergunta 5.1, 5.2, 5.3 e 5.3.1. | 92 |
| Figura 8-2: Idades dos alunos da turma participante no estudo, pergunta 1.1. | 94 |
| Figura 8-3: Género (sexo) dos alunos da turma participante no estudo, pergunta 1.2. | 94 |
| Figura 8-4: Alunos com acesso a DCM, pergunta 2.1. | 95 |
| Figura 8-5: Alunos com acesso permanente a um DCM, pergunta 2.2. | 96 |
| Figura 8-6: Locais de utilização de DCM pelos alunos, pergunta 2.2.1. | 96 |
| Figura 8-7: DCM usados com maior frequência pelos alunos, pergunta 3.1. | 97 |
| Figura 8-8: Tipos de DCM que pertencem ao aluno, pergunta 3.2. | 98 |
| Figura 8-9: Quantificação de DCM na posse dos alunos, pergunta 3.2.1. | 98 |
| Figura 8-10: Características dos smartphones (sistema operativo e ecrãs), pergunta 3.2.1. | 99 |
| Figura 8-11: Características dos tablets (sistema operativo e dimensão do ecrã), pergunta 3.2.2. | 100 |
| Figura 8-12: Atividades realizadas nos DCM, pergunta 4.1. | 101 |
| Figura 8-13: Atividades realizadas nos DCM em que os alunos gastam mais tempo, pergunta 4.2. | 102 |
| Figura 8-14: Frequência de utilização dos DCM para estudo, pergunta 5.1. | 103 |
| Figura 8-15: Frequência de utilização dos DCM para outras atividades, pergunta 5.2. | 104 |
| Figura 8-16: Atitudes dos alunos relativamente aos DCM, pergunta 6.1 (interesse/satisfação). | 105 |
| Figura 8-17: Atitudes dos alunos relativamente aos DCM, pergunta 6.2 (interesse/satisfação). | 105 |
| Figura 8-18: Atitudes dos alunos relativamente aos DCM, pergunta 6.3 (interesse/satisfação). | 106 |
| Figura 8-19: Atitudes dos alunos relativamente aos DCM, pergunta 6.4 (valor/utilidade). | 107 |
| Figura 8-20: Atitudes dos alunos relativamente aos DCM, pergunta 6.5 (valor/utilidade). | 107 |
| Figura 8-21: Atitudes dos alunos relativamente aos DCM, pergunta 6.6 (valor/utilidade). | 108 |
| Figura 8-22: Questionário 2, pergunta um (satisfação). | 110 |
| Figura 8-23: Questionário 2, pergunta três (facilidade de utilização). | 111 |
| Figura 8-24: Questionário 2, pergunta quatro (facilidade de utilização). | 112 |
| Figura 8-25: Questionário 2, pergunta cinco (facilidade de utilização). | 112 |

| | |
|---|-----|
| Figura 8-26: Questionário 2, pergunta dez (facilidade de utilização)..... | 113 |
| Figura 8-27: Questionário 2, pergunta seis (facilidade de aprendizagem). | 114 |
| Figura 8-28: Questionário 2, pergunta dez (valor/utilidade). | 114 |
| Figura 8-29: Questionário 2, pergunta dois (funcionalidade/consistência do interface)..... | 115 |
| Figura 8-30: Questionário 2, pergunta oito (funcionalidade/consistência do interface). | 116 |
| Figura 8-31: Questionário 2, pergunta nove (confiança). | 116 |
| Figura 8-32: Resultados obtidos nos pré e pós-testes dos grupos A e B. | 119 |
| Figura 8-33: Efeitos decorrentes da intervenção nos resultados de aprendizagem, grupo A e B. | 119 |

Índice de Quadros

| | |
|--|----|
| Quadro 1-1: Questões de investigação e métodos de recolha de dados | 3 |
| Quadro 2-1: Funções do ME relativas ao professor (Junior & Regnier, 2008, p. 8) | 9 |
| Quadro 2-2: Legislação reguladora para a avaliação e adoção de ME em Portugal | 10 |
| Quadro 2-3: Manuais Escolares de Educação Visual | 12 |
| Quadro 3-1: Modelo da aprendizagem motivada (Schunk, 2012, p. 357) | 31 |
| Quadro 4-1: Síntese dos estudos focando a utilização de Mundos Virtuais nos processos de ensino-aprendizagem | 44 |
| Quadro 4-2: Síntese da utilização da RA em contextos educativos..... | 51 |
| Quadro 5-1: Requisitos, ferramentas e custos das plataformas Aurasma, Vuforia, Metaio, Wikitude e Layar | 56 |
| Quadro 5-2: Potencial, vantagens e desvantagens das plataformas Aurasma, Vuforia, Metaio, Wikitude e Layar | 61 |
| Quadro 6-2: Objetivos, métodos/técnicas e intervenientes no estudo preliminar | 69 |
| Quadro 7-1: Conteúdos intervencionados, problemas detetados, objetivos e soluções implementadas | 76 |
| Quadro 7-2: Programas utilizados no desenvolvimento dos conteúdos digitais | 77 |
| Quadro 7-3: Criação de uma aura: Etapas, objetivos e funções | 84 |

Lista de Siglas

| | |
|-----|---|
| 3-D | Três Dimensões |
| AS | Ambientes Sintéticos |
| AV | Ambientes Virtuais |
| AVA | Ambientes Virtuais de Aprendizagem |
| CAD | <i>Computer-aided Crafting</i> |
| DCM | Dispositivos de Computação Móvel |
| DCU | Desenho Centrado no utilizador |
| DR | <i>Development Research</i> |
| EE | Estudo Empírico |
| ET | Enquadramento Teórico |
| EV | Educação Visual |
| HMD | <i>Head-mounted Display</i> |
| ME | Manual Escolar |
| MUD | <i>Multi-user Dungeons</i> |
| MV | Mundos Virtuais |
| RA | Realidade Aumentada |
| RV | Realidade Virtual |
| SDK | <i>Software Development Kit</i> |
| SP2 | <i>Service Pack 2</i> |
| TAR | <i>Tape Archive</i> |
| TIC | Tecnologias de Informação e Comunicação |
| UCD | <i>User-centered Design</i> |
| WAN | <i>Wide Area Network</i> |

Enquadramento Teórico

1. Introdução

1.1 Interesse e fundamentação

Ao longo da história do ensino, os processos de ensino-aprendizagem têm contado com o contributo de materiais de apoio, também designados de recursos educativos.

Na atualidade, no panorama educacional português, o principal recurso de aprendizagem para os alunos, em contextos de aprendizagem formal e informal são os livros e manuais escolares. Os manuais escolares são elaborados de acordo com as metas curriculares emanadas pelo Ministério da Educação e constituem-se um dos principais objetos de trabalho para professores e alunos.

A aquisição de manuais escolares atualizados constitui um esforço financeiro regular para encarregados de educação, mas a utilidade destes recursos como suporte ao estudo e aprendizagem permanece incontestável.

No contexto atual, as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) marcam uma presença significativa na sociedade, na cultura e na educação. Os computadores e as tecnologias associadas são já parte do nosso quotidiano e, no caso dos alunos mais jovens, fizeram sempre parte da sua vida (Prensky, 2001), pelo que existe uma motivação natural para a utilização das tecnologias.

Na maioria das áreas disciplinares do 2.º Ciclo do Ensino Básico, e muito particularmente na área específica de Educação visual (EV), muitos dos conceitos e teorias expostas requerem uma explicação prática, apoiada por imagens e esquemas sequenciais. No caso concreto do manual escolar (ME) de EV, encontra-se ampla informação textual descritiva de conteúdos, teorias e procedimentos. Esta informação é complementada por uma profusão de imagens e diagramas.

A tecnologia de RA, considerada uma tecnologia emergente no campo educacional, permite visualizar e interagir com informação digital a partir de objetos e imagens do mundo-real, recorrendo a um computador ou a um dispositivo de computação móvel, como um *smartphone* ou *tablet*. Segundo Azuma (1997) a RA apresenta três características base, nomeadamente: combina o mundo real com o mundo digital, permite interações em tempo real e, em terceiro, permite visualizar e interagir com objetos tridimensionais (3-D). A RA remonta aos anos 60 e tem sido amplamente utilizada em áreas profissionais e militares. O contínuo desenvolvimento da tecnologia de computadores introduziu dispositivos de computação móvel (DCM) acessíveis em larga escala ao público em geral (Roche, 2011). Estes dispositivos incluem na atualidade sensores

de movimento, sensores de geoposicionamento, câmaras fotográficas e acesso rápido à internet que possibilitam sobrepor conteúdos digitais ao mundo real através da tecnologia de RA.

A presente investigação pretende, a partir do desenvolvimento de protótipos baseados na tecnologia de RA e de uma intervenção no ME Imaginate da Porto Editora, contribuir para uma melhor perceção de como a RA pode contribuir para melhorar a experiência de aprendizagem na disciplina de EV, tendo em conta os desafios plásticos, artísticos, técnicos e pedagógicos inerentes a estas áreas.

Neste enquadramento surge o presente projeto de investigação.

1.2 Questões de investigação

Para o desenvolvimento da corrente investigação partiu-se de um conjunto de questões às quais se procurou responder a partir de uma revisão da literatura e de uma investigação realizada de acordo com o paradigma do *Design*-centrado no utilizador (DCU) e na metodologia de *Development Research* (DR). As questões de investigação a que se procurará dar resposta são as seguintes:

1. Qual o nível de integração de recursos digitais multimédia nos manuais escolares de EV?
2. Como é utilizado o potencial da tecnologia de RA em contexto educativo?
3. Quais as perceções de professores especialistas de EV sobre a RA e como pode ser aplicada na aumentação do ME Imaginate?
4. Como utilizam os alunos do 2.º Ciclo do Ensino Básico os dispositivos de computação móvel¹ (DCM) e quais as suas perceções relativamente ao interesse/satisfação e valor/utilidade atribuídos a estes dispositivos?
5. Quais as atitudes e perceções dos alunos relativamente a parâmetros de usabilidade dos protótipos?
6. Qual o efeito na compreensão e aplicação de conhecimentos decorre da utilização de um ME tradicional e de um ME aumentado através da tecnologia de RA?

Para o desenvolvimento da investigação recorreremos a um enquadramento teórico e revisão de literatura e a um estudo empírico realizado no âmbito do DCU seguindo a metodologia de DR.

O Quadro 1-1 sintetiza as questões de investigação e o método/técnica de recolha de dados.

¹ *Smartphones e tablets*

Quadro 1-1: *Questões de investigação e métodos de recolha de dados*

| Questões de investigação principais | Método de recolha de dados |
|---|---|
| 1. Qual o nível de integração de recursos digitais multimédia nos manuais escolares de EV? | Revisão e análise dos manuais escolares atuais publicados pelas principais editoras nacionais |
| 2. Como é utilizado o potencial da tecnologia de RA em contexto educativo? | Revisão de literatura da especialidade |
| 3. Quais as perceções de professores especialistas de EV sobre a RA e como pode ser aplicada na aumentação do ME Imaginate? | Entrevista semiestruturada |
| 4. Como utilizam os alunos do 2.º Ciclo do Ensino Básico os dispositivos de computação móvel (DCM) e quais as suas perceções relativamente ao interesse/satisfação e valor/utilidade atribuídos a estes dispositivos? | Questionário (1) |
| 5. Quais as atitudes e perceções dos alunos relativamente a parâmetros de usabilidade dos protótipos? | Questionário (2) |
| 6. Qual o efeito na compreensão e aplicação de conhecimentos decorre da utilização de um ME tradicional e de um ME aumentado através da tecnologia de RA? | Estudo comparativo experimental (3) |

1.3 Objetivos da investigação

O objetivo da presente investigação consiste no desenvolvimento e integração de conteúdos digitais multimédia ao ME de EV Imaginate publicado pela Porto Editora. Os recursos digitais serão disponibilizados aos utilizadores através da tecnologia de RA e de DCM.

No sentido de concretizar este objetivo, desenvolvemos quatro protótipos tendo em conta as perceções de professores especialistas de EV relativamente aos conteúdos em que os alunos revelam maiores dificuldades de compreensão e que poderiam beneficiar das potencialidades oferecidas pela RA.

Em síntese, a investigação assenta numa revisão de bibliografia da especialidade e num estudo empírico visando os seguintes objetivos:

1. Conhecer o atual nível de integração de recursos digitais nos manuais escolares de EV propostos pelas principais editoras nacionais.

2. Conhecer como a tecnologia de RA é utilizada em contextos educativos.
3. Conhecer as percepções de professores especialistas em EV relativamente à RA e como/onde pode ser utilizada para melhorar o ME Imaginarte.
4. Conhecer o tipo de utilização de DCM por alunos do 2.º Ciclo do Ensino Básico e as suas percepções em termos de interesse/satisfação e valor/utilidade atribuídos a estes dispositivos.
5. Perceber as percepções dos alunos relativamente ao protótipo no que concerne a parâmetros de usabilidade.
6. Conhecer e comparar o efeito na compreensão e aplicação de conhecimentos entre o ME tradicional e o ME aumentado através da tecnologia de RA.

1.4 Estrutura da investigação

A dissertação organiza-se duas partes, respetivamente, Enquadramento Teórico (ET) e Estudo Empírico (EE) ao longo de nove capítulos, subdivididos por secções e subsecções. O ET compreende os capítulos dois a cinco. O EE compreende os capítulos seis a nove.

No primeiro capítulo – Introdução -, focamos questões justificativas de interesse e pertinência da investigação, as questões de partida e os objetivos da investigação, terminando com a estrutura da dissertação.

No segundo capítulo – O Manual Escolar -, introduzimos o ME (livro didático), abordando o seu conceito, a sua evolução, funções e sistema de adoção no panorama do ensino básico em Portugal. O capítulo encerra com a análise dos recursos digitais atualmente disponibilizados junto com os manuais escolares das principais editoras nacionais, nomeadamente a Porto Editora, Santillana/Constância, Texto e Asa Editora.

O terceiro capítulo – O livro Aumentado -, introduz o livro aumentado e o conceito de aprendizagem motivada.

O quarto capítulo – Mundos Virtuais e Realidade Aumentada - introduz os conceitos de Mundos Virtuais (MV), Realidade Virtual (RV) e Realidade Aumentada (RA) focando a sua evolução, conceito e características. São ainda introduzidas as potencialidades destas tecnologias para os processos de ensino-aprendizagem e o trabalho de investigação relacionado.

No capítulo cinco – Plataformas de Realidade Aumentada -, apresentam-se as principais plataformas de RA, nomeadamente Aurasma, Vuforia, Metaio, Wikitude e Layar.

O capítulo seis – Metodologia -, introduz as opções metodológicas subjacentes à investigação, o DCU, a IA e as etapas da investigação, nomeadamente a investigação preliminar, o estudo de usabilidade e o estudo experimental comparativo.

O capítulo sete – Desenvolvimento dos Protótipos -, descreve o processo de concepção, desenvolvimento e implementação dos protótipos desenhados para aumentar o ME Imaginate da Porto Editora.

O capítulo oito – Descrição e análise dos resultados da investigação -, apresenta os dados e a sua análise relativamente à investigação preliminar, ao estudo de usabilidade e ao estudo experimental comparativo. A análise estatística descritiva é apoiada por gráficos gerados no programa Microsoft Excel.

Finalmente, no capítulo nove – Conclusões -, apresentamos a síntese da investigação e as reflexões finais, referindo ainda as possibilidades de trabalho futuro e limitações do estudo.

2. O Manual Escolar

No capítulo 2 – O Manual Escolar -, apresenta-se o manual escolar (ME). O subcapítulo 2.1 aborda a evolução do ME, o subcapítulo 2.2 as funções do ME e no subcapítulo 2.3 sintetiza-se o processo de adoção de ME nas escolas públicas portuguesas, a nível do 2.º Ciclo do ensino Básico. O subcapítulo 2.4 consiste na análise dos recursos digitais oferecidos conjuntamente com os ME de Educação Visual (EV) publicados pelas principais editoras nacionais.

2.1 Evolução

O estudo da história do livro e do texto está ligado a disciplinas como a bibliografia, estudos literários e à história económica e social. Paralelamente, inúmeras áreas da ciência também se debruçam e refletem sobre a história do livro, como o *design*, a filosofia, a sociologia a antropologia, entre outras.

A necessidade de estudar os aspetos mais relevantes inerentes à criação de livros, seja enquanto exemplos de arte, artefactos físicos ou símbolos culturais, remonta ao ponto em que o livro se estabeleceu como parte da cultura das civilizações. As vastas coleções de livros e manuscritos reunidos pela igreja, estado e patronos ao longo dos séculos, muitos remontando ao Renascimento, evidenciam a importância dos livros como objetos de beleza estética e repositórios do conhecimento humano (Finkelstein & McCleery, 2013).

O livro, manuscrito ou impresso, foi durante muito tempo um produto oneroso. O que mais tarde se designará como manual escolar (ME) foi originalmente um livro do professor, ou seja, um livro de uso exclusivo. A adoção, em meados do século XVI, de um método pedagógico novo em que as crianças, agrupadas em função do seu grau de conhecimentos, realizavam simultaneamente as aprendizagens, permite que os centros educativos da época (colégios de jesuítas, entre outros) se equipem com ferramentas uniformizadas, adequadas aos seus objetivos. Estas ferramentas são livros com características didáticas que precedem o conceito dos atuais ME. De acordo com Choppin (2013), entre esses livros distinguem-se três categorias:

- Os *praecepta*: Compêndios, formulários ou histórias que visam o treino da memorização. Estas obras, cujas origens remontam à antiguidade clássica, libertam-se progressivamente da estrutura tradicional dos manuais de catecismo, surgindo pela primeira vez os exercícios de aplicação nos manuais.
- Os *thesaurus*²: Obras de referência, cuja função é proporcionar ao aluno um catálogo de fórmulas estilísticas, ou seja, disponibilizar modelos retirados de “bons” autores.
- Edições de clássicos latinos e gregos: Obras previamente expurgadas de passagens que a religião ou a moral vigente reprovavam.

² Dicionários de sinónimos

Nesta época, a impressão e difusão destas obras está a cargo de pequenas empresas locais que funcionam sob a supervisão das instituições de ensino. Em meados do século XVII, fruto do desenvolvimento da leitura promovido pelo movimento protestante, a escola converte-se no palco de confronto de ideologias entre católicos e protestantes. A contrarreforma católica faz-se acompanhar de uma reflexão sobre os objetivos, conteúdos e métodos de ensino. A elaboração de um programa pedagógico coerente e a adoção de um método que recorre a livros uniformes preconiza o nascimento de uma literatura destinada de forma específica ao ensino (Choppin, 2013, p. 20).

As alterações demográficas, económicas, sociais, culturais, pedagógicas e tecnológicas ocorridas entre os anos 60 e 80 contribuíram para um rápido processo de adaptação dos sistemas educativos ocidentais. A crescente procura social por mais e melhor educação conduz a uma maior intervenção das entidades oficiais responsáveis pela educação em termos de regulação e financiamento dos manuais escolares (Choppin, 2013).

O ME é um dispositivo pedagógico central no processo tradicional de escolarização e constitui-se como um livro que aborda o programa de uma dada disciplina. O ME tornou-se desde finais da década de 80 no símbolo da escola, associando-se à maior parte das críticas que são feitas à instituição escolar. Segundo Choppin (2013), a pouca atenção dada ao ME por bibliógrafos e bibliófilos deriva de vários fatores: Em primeiro lugar, os ME fazem parte do quotidiano das pessoas, contribuindo para a sua banalização. Por outro lado, as suas edições em grandes quantidades e uma frequência de produção regular contribuem para a sua perceção como produtos editoriais de baixo custo e pouco valorizados.

2.2 Funções

O ME (livro didático) possui aspetos particulares que o diferenciam de outras obras impressas, sobretudo no que concerne à sua produção, circulação e uso. Embora permaneça uma obra de autor, a produção do ME envolve uma equipa numerosa de pessoas responsáveis pelo produto final. Ao contrário de outro tipo de livros, o ME visa um largo público escolar e o mercado é assegurado pela supervisão do estado na seleção dos manuais escolares a partir das ofertas das editoras (Bittencourt, 2004).

O ME é um produto complexo que desempenha múltiplas funções. Tradicionalmente, os ME apresentam um conjunto de conhecimentos estruturados, caracterizados por fatores de linearidade e hierarquia. Neste contexto, é para as famílias um instrumento cómodo ainda que criticável. Neste contexto, podia avaliar-se o aluno consoante progredia (ou não) nas lições propostas (Choppin, 2013). As funções do ME têm sido abordadas por um conjunto de autores. De acordo com Gérard e Roegiers (2003) citados em Duarte (2010) são fundamentais duas funções do ME, nomeadamente:

- A transmissão do conhecimento.
- O desenvolvimento de capacidade e competências.

Para Santo (2006), as funções do ME relativas aos alunos relacionam-se com as aprendizagens escolares, sendo de destacar as seguintes:

- Transmissão de conhecimentos.
- Desenvolvimento de competências.
- Consolidação das aprendizagens.
- Avaliação das aprendizagens.
- Ajuda na integração das aprendizagens.
- Educação social e cultural.

As funções do manual escolar na perspetiva do professor, foram abordadas por Junior & Regnier (2008) tendo os autores identificado três funções gerais, uma ligada à atividade profissional, e outras duas que repercutem na sua formação. O Quadro 2-1 sintetiza as funções do ME relativas ao professor.

Quadro 2-1: *Funções do ME relativas ao professor (Junior & Regnier, 2008, p. 8)*

| Função geral | Função específica |
|---|--|
| Ferramenta de utilização didática/profissional | Determina as atividades diárias do professor; ajuda na avaliação das aprendizagens; emite propostas relativas à realização da aprendizagem; apoio na gestão das lições; apoio teórico; preparação das lições. |
| Formação complementar | Currículo praticado pelos professores, obra de referência e de reflexão pedagógica; meio de transmissão de conhecimento e desenvolvimento de competências; informações científicas gerais; material de estudo; coloca em ação uma pedagogia específica da disciplina; instrumento de autoformação; currículo a ser seguido pelo professor. |
| Formação profissional | Complemento de formação científico e pedagógico; instrumento de formação dos professores; formação científica ligada à disciplina; instrumento no processo de formação que ensina; instrumento que o professor pode contar para tratar com as consequências de uma formação inicial debilitada. |

De acordo com Choppin (2013), na atualidade o manual deve desempenhar múltiplas funções, nomeadamente:

- Permitir a avaliação da aquisição de conhecimentos e competências.
- Oferecer uma documentação completa a partir de vários suportes.
- Facilitar aos alunos a apropriação de um conjunto de métodos extrapoláveis para outras situações e contextos.

Existem opções para proporcionar diferentes níveis de leitura adequadas à heterogeneidade dos alunos. Uma delas apresenta-se na forma do manual “multimédia”, a qual tem sido utilizada recorrentemente no ensino-aprendizagem de línguas estrangeiras. Este tipo de manual, associa ao livro (que conserva o protagonismo) um conjunto de ferramentas acessórias (ficheiros, cassetes, livros de exercícios, etc.) que

desempenham funções específicas. A segunda opção, menos onerosa, é o manual “integrado” que deposita numa única ferramenta a responsabilidade de realizar simultaneamente várias funções (Choppin, 2013, p. 29).

O ME deve estimular nos alunos a curiosidade, o espírito de análise de situações da vida e descoberta e não apenas a receberem um conhecimento já feito (Martins & Sá, 2008). Segundo este princípio, o ME deve estimular o gosto por “aprender mais” nos alunos.

Uma das abordagens possíveis para a consecução desse objetivo é estimular a motivação destes para a descoberta dos conteúdos propostos nos ME. Através da tecnologia de Realidade Aumentada (RA) existe o potencial de aliar o poder da multimédia, do *mobile learning* e da motivação natural dos alunos para a utilização das tecnologias num novo paradigma de ME, enquanto ferramenta privilegiada de divulgação de saberes e conhecimentos. Esta abordagem parece potencialmente interessante tendo em linha de conta a larga difusão de dispositivos de computação móvel (*smartphones* e *tablets*) em todas as faixas etárias, particularmente entre os mais jovens. Esta difusão apresenta um quadro de vantagens e oportunidades, mas também desafios, pois estes dispositivos estão sobretudo associados a atividades de lazer e nem sempre são valorizados como ferramentas de suporte aos processos de ensino-aprendizagem.

2.3 Processo de adoção

Em Portugal, no que concerne ao 2.º Ciclo do Ensino Básico, os manuais escolares são escolhidos para períodos de quatro anos. A escolha do manual a utilizar nesses períodos cabe aos docentes de cada grupo disciplinar e resulta da análise das várias ofertas disponibilizadas pelas editoras. Os critérios de seleção incidem na qualidade dos materiais oferecidos, no rigor científico, na abordagem pedagógica e na conformidade relativamente às metas curriculares estabelecidas pelo Ministério da Educação.

O regime de avaliação e adoção de ME está legislado há vários anos em Portugal, tendo os critérios de qualidade a que se devem submeter sido alvo de alargada discussão pública. A política relativa aos ME portugueses define o ME como um instrumento de trabalho impresso, estruturado e dirigido aos alunos, focando a aquisição de conhecimentos e desenvolvimento de competências inerentes aos programas em vigor. Um conjunto de leis regulamenta a avaliação, a certificação e a escolha dos ME nos estabelecimentos de ensino. O Quadro 2-2 sintetiza as principais leis elaboradas para essa finalidade.

Quadro 2-2: *Legislação reguladora para a avaliação e adoção de ME em Portugal*

| Lei/Decreto | Regulamenta |
|---|--|
| Lei n.º 47/2006, de 28 de agosto | A avaliação e certificação dos manuais escolares, garantindo a sua conformidade com as metas do currículo nacional |

(continua)

Quadro 2-2 (continuação)

| Lei/Decreto | Regulamenta |
|--|---|
| Lei n.º 47/2006, de 28 de agosto, Art.º n.º 9 | Que a avaliação para a certificação de ME possa ser realizada não só por comissões de avaliação, mas também por entidades acreditadas |
| Decreto-Lei n.º 261/2007, de 17 de julho | A adoção de metodologias para operacionalização e execução do processo de avaliação e certificação dos manuais escolares |
| Decreto-Lei n.º 261/2007, de 17 de julho Art.º n.º8 e n.º 9 | As normas gerais a que deve obedecer a acreditação de entidades e o procedimento de avaliação para a certificação dos ME |
| Despacho n.º 28864/2007, de 30 de novembro, publicado em Diário da República, 2.ª série, n.º 249, de 27 de dezembro | Os procedimentos de acreditação de entidades para avaliação e certificação de ME |

Anualmente, as escolas e agrupamento recebem uma circular com as orientações a seguir na adoção dos manuais escolares, bem como as normas para registo e apreciação dos diferentes ME pelos professores dos grupos disciplinares.

Os docentes, tendo em linha de conta os objetivos a atingir nas várias disciplinas e o perfil dos seus alunos, discutem e propõem os ME que consideram mais adequados.

2.4 Manuais Escolares de Educação Visual

O ME é concebido tendo em conta o nível de competência leitora do público-alvo e foca o desenvolvimento da literacia em campos disciplinares muito específicos, como por exemplo, na área de Educação Visual (EV). Conscientes da importância do multimédia enquanto veículo multimodal de transmissão de conhecimento, as editoras incluem diversos recursos digitais como anexos aos seus manuais. Estes recursos são normalmente distribuídos em CD/DVD-ROM³ ou acessíveis em linha. No contexto atual, o ME de EV inclui por norma um manual impresso (instrumento privilegiado de aprendizagem) complementado por um conjunto de recursos digitais multimédia. Esta oferta varia entre as várias editoras, mas, tendo em consideração fatores que se prendem com o aumento do custo unitário destes manuais, os alunos têm acesso

³ Um CD-ROM (Compact Disc Read-Only Memory) é um disco óptico semelhante a um disco compacto de áudio: A diferença entre ambos reside na utilização, já que o CD-ROM contém dados de computador. O CD-ROM pode apenas ser lido, não suporta gravação de dados pelo utilizador. DVD (*Digital Versatile Disc*, originalmente *Digital Video Disc*): Um disco óptico semelhante ao CD-ROM, mas com uma capacidade superior (4.7 GB *single-layer*, 8.5 GB *double-layer*).

apenas ao manual “tradicional”, acompanhado por um livro de fichas ou atividades, sendo os recursos digitais utilizados pelos professores como complemento às suas atividades letivas.

Apresenta-se de seguida, uma breve caracterização de alguns ME de EV em uso no 2.º Ciclo do Ensino Básico nas escolas portuguesas, focando os recursos multimédia disponibilizados. A análise foi realizada a partir de versões de demonstração enviadas gratuitamente para efeitos de promoção/divulgação aos professores da área disciplinar de Educação Visual. Neste contexto, algumas das versões dos suportes multimédia são designadas de “demonstração” e não incluem todos os conteúdos/funcionalidades do produto final.

As principais publicações disponíveis para o ensino de EV no segundo ciclo do ensino Básico no ano letivo de 2014/2015 são apresentadas no Quadro 2-3.

A seleção de publicações analisadas teve como critério de escolha as amostras que são oferecidas e divulgadas aos professores de EV no período que antecede a escolha de manuais escolares para cada novo quadriénio. Como são estes os recursos que se constituem como elemento de ponderação para os professores, julgamos pertinente a análise destes materiais e recursos e não de versões “completas” em uso nos vários estabelecimentos de ensino.

Quadro 2-3: *Manuais Escolares de Educação Visual*

| Título/Editora | CD/DVD-ROM multimédia | Outros recursos |
|--|--|--|
| IMAGINARTE 5.º/6.º Porto Editora | Recursos Digitais do professor: <ul style="list-style-type: none"> . e-manual <i>premium</i> . PowerPoint didáticos . Planificações . Animações . Vídeos | Jogo Imaginarte (alunos) Acesso ao e-Manual através de dispositivos de computação móvel ⁴ Plano Professor da Escola Virtual (acesso gratuito aos professores) |
| ESSENCIAL – Educação Visual 5.º/ 6.º Santillana | Livromédia do professor: <ul style="list-style-type: none"> . Manual do aluno em formato digital . Atividades e animações interativas . Galerias de imagens . Recursos de Realidade Aumentada . Vídeos tutoriais | Componente multimédia disponível em www.projetodesafios.com |

(continua)

⁴ <http://www.escolavirtual.pt/pagina-especial/emanual/>. Funcionalidade disponível a partir de 1 de setembro de 2015.

Quadro 2-3 (continuação)

| Título/Editora | CD/DVD-ROM multimédia | Outros recursos |
|--|--|--|
| SABER – Educação Visual 5.º/6.º Texto Editora | Aula Digital: . Conteúdos multimédia . Recursos digitais para projeção em sala de aula . Testes predefinidos para avaliação dos alunos . Possibilidade de envio de mensagens e troca de recursos com os alunos | Materiais manipuláveis (alunos) Caderno de apoio ao professor Mostruário de papéis |
| MUNDO VISUAL 5.º/6.º Asa Editora | Aula Digital: . Fichas pedagógicas . Atividades e projetos (planificações) . Testes de avaliação de alunos . Apresentações multimédia | Não disponíveis |

A análise destes ME, dado o contexto da presente dissertação, incide em três parâmetros, nomeadamente:

- Análise geral do produto editorial;
- Requisitos de sistema necessários para executar as aplicações multimédia;
- Descrição das principais funcionalidades e dos interfaces de utilizador;
- Vantagens e constrangimentos.

A análise segue a sequência proposta no Quadro 2-3.

2.4.1 Imaginate 5.º/6.º - Educação Visual, Porto Editora

A Porto Editora oferece aos alunos o ME e o jogo Imaginate. Aos professores proporciona um conjunto mais vasto de recursos, nomeadamente: O ME impresso, um caderno de fichas, o guia do professor e seis cartazes que são oferecidos à escola em caso de adoção. Inclui ainda o CD-ROM com os recursos digitais do professor que engloba o e-Manual Premium, PowerPoint didáticos, vídeos, planificações editáveis, testes de avaliação diagnóstica editáveis, fichas de avaliação com as respetivas cotações editáveis e grelhas editáveis.

Oferece ainda aos professores o acesso gratuito ao Plano Professor da Escola Virtual durante todo o período de vigência do manual. O manual inclui num só volume os conteúdos do 5.º e 6.º ano, mantendo contudo um peso e dimensão aceitável. Está organizado por unidades facilmente identificáveis e os conteúdos estão agrupados de acordo com as metas curriculares da disciplina.

Relativamente aos requisitos técnicos para aceder aos conteúdos disponibilizados em CD-ROM, a editora disponibiliza a seguinte informação: Compatível com Windows XP (SP2), Windows Vista e Windows 7. Não refere compatibilidade com sistemas OS X/Linux.

No que concerne ao CD-ROM, uma vez introduzido na unidade de leitura, a aplicação executável abre automaticamente através da função de *autoplay*. No menu principal, Figura 2-1/A, o interface da aplicação oferece acesso à Escola Virtual, Figura 2-1/C e ao e-Manual, Figura 2-1/B.

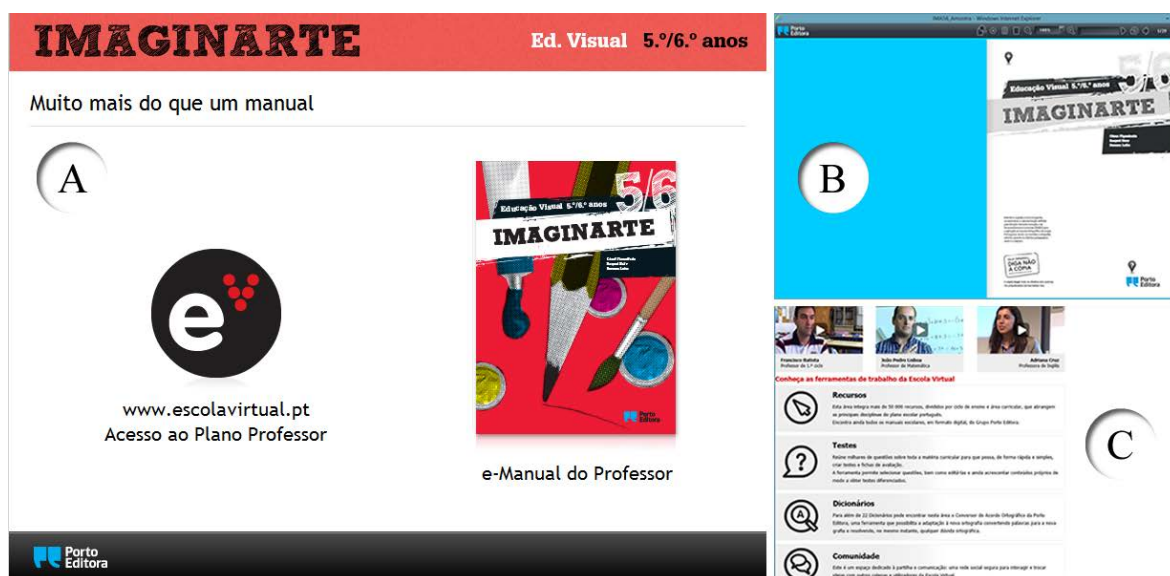


Figura 2-1: Interface do CD-ROM Recursos Digitais do professor.

A aplicação de suporte ao manual digital utiliza um interface de navegação simples, suportado por uma barra de navegação disponível na parte superior da janela, Figura 2-2/A. As páginas digitais incluem hiperligações para os recursos multimédia disponíveis, Figura 2-2/B.

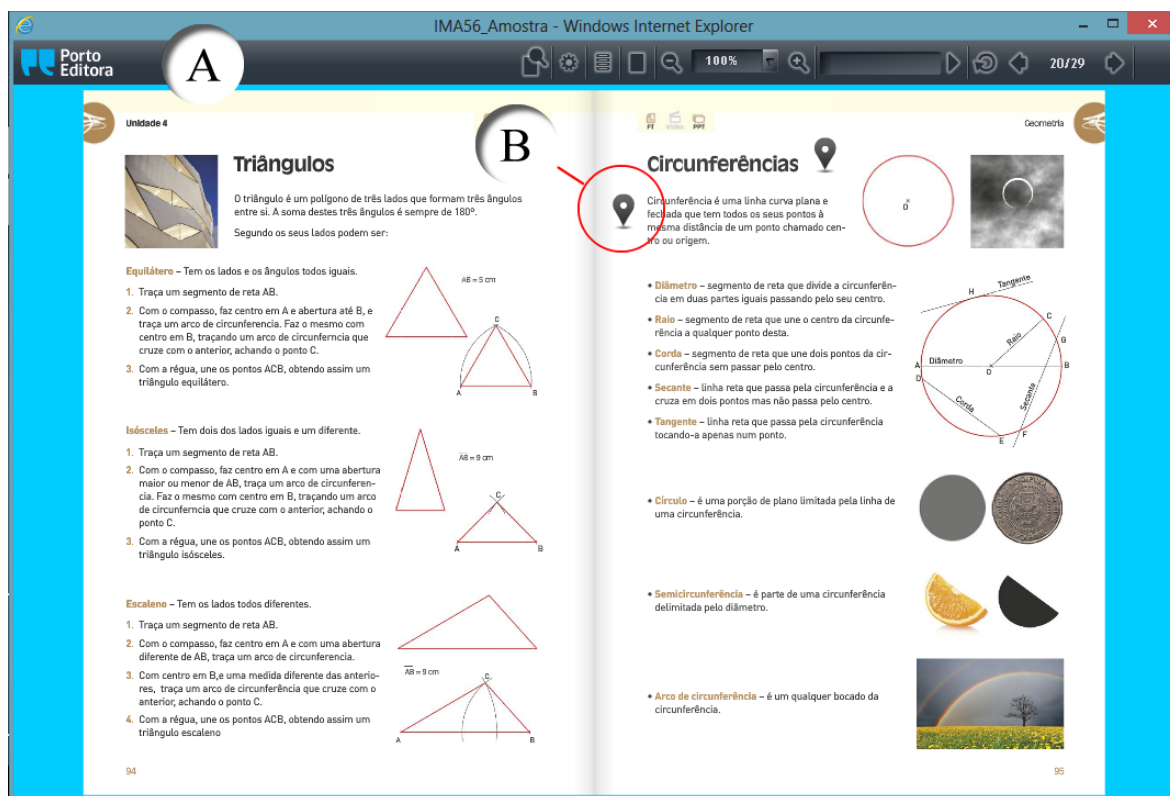


Figura 2-2: Interface do manual digital Imaginarte.

Os ícones presentes no menu oferecem acesso a um conjunto de funcionalidades, as quais são descritas na Figura 2-3, respetivamente:

- A – Capturar imagem: Permite gravar uma área selecionada do manual digital em formato de imagem.
- B – Campo de pesquisa no manual ou no Google.
- C – Abre um menu lateral adicional com a “barra do professor”. Este menu inclui as seguintes funcionalidades: Cursor; marcador (caneta e marcador); texto; destaque (moldura e sombra); desenho (linha, quadrado, círculo e triângulo); contorno/preenchimento; espessura (3 níveis); cor (paleta com código de cores); apagar/eliminar; desfazer e calculadora.
- D – Abre o índice numa barra lateral localizada na zona esquerda do ecrã e permite alternar a visualização entre o modo de uma ou duas páginas.
- E – Abre o índice de páginas numa barra lateral localizada à esquerda do ecrã.
- F – Permite alterar a escala de visualização através de botões de incremento/decremento ou por introdução de um valor numérico.
- G – Opção de introdução de um número de página e navegação direta para a mesma.
- H – Regressar ao início do manual (1.ª página).
- I – Avançar ou retroceder uma página com indicação do número da página atual.

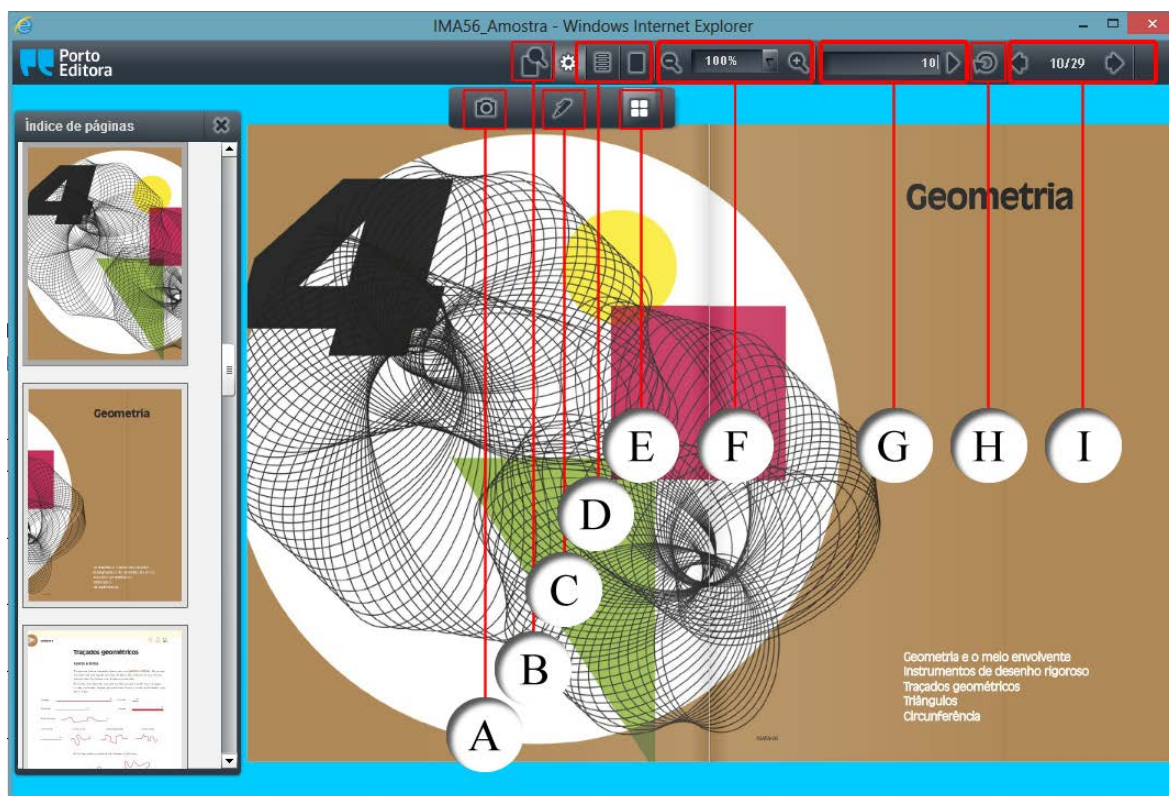


Figura 2-3: Ícones e funções disponíveis no manual digital Imaginarte.

A proposta da Porto Editora apresenta um conjunto significativo de recursos digitais que permitem ao professor uma abordagem pedagógica diversificada. Uma vantagem significativa reside no facto de o e-Manual estar também disponível para alunos/professores em dispositivos de computação móvel⁵ com sistemas operativos Android ou iOS. Esta aplicação permite aos utilizadores usufruírem de um conjunto de funções, nomeadamente:

- Aceder diretamente às páginas através de um índice remissivo.
- Pesquisar por palavra ou expressão.
- Marcar páginas do manual digital.
- Criar destaques classificados por nível de importância.
- Adicionar notas às páginas do manual associando texto ou hiperligações.
- Utilizar a ferramenta de desenho e ampliar/diminuir o tamanho da página com recurso a um instrumento de *zoom*.

⁵ Funcionalidade estará disponível a partir de 1 de setembro de 2015.

2.4.2 Essencial 5.º/6.º – Educação Visual, 2.º Ciclo, Santillana/Constância

O projeto ESSENCIAL – Educação Visual 2.º Ciclo inclui duas partes, uma para o 5.º e outra para o 6.º ano. O manual do aluno está organizado por unidades claramente identificáveis, textos em linguagem acessível e por um conjunto profuso de fotografias e ilustrações. Os conteúdos multimédia disponibilizados são, respetivamente: animações interativas; realidade aumentada; guias de exploração de ferramentas digitais; hiper-páginas; atividades interativas; galerias de imagens; páginas de internet com ligação a ferramentas digitais e a outras de interesse para o desenvolvimento curricular da disciplina. A componente multimédia do manual encontra-se disponível em linha. O livromédia do professor e do aluno integram a versão digital do manual escolar e ainda um conjunto de atividades e animações multimédia. O livromédia do professor inclui recursos exclusivos de apoio ao trabalho dos professores. Os recursos de realidade aumentada permitem explicar e exemplificar conteúdos de uma forma simples e motivadora, através da projeção a três dimensões da planificação de sólidos geométricos. O manual está organizado de acordo com as novas metas curriculares

Relativamente aos requisitos técnicos para aceder aos conteúdos disponibilizados em CD-ROM, a editora não disponibiliza a seguinte informação: Compatível com Windows XP (SP2) ou superior, processador a 1.9 GHz e 1 GB de RAM; Mac OS 10.5 ou superior; leitor de CD-ROM; placa gráfica com resolução mínima de 1024x768 pixéis; 100 MB de espaço disponível em disco e *plugin* do Flash Player atualizado.

No que concerne ao CD-ROM, uma vez introduzido na unidade de leitura, a aplicação executável abre automaticamente através da função de *autoplay* numa janela do *browser* predefinido e permite o acesso à versão digital do livro e a um conjunto de ferramentas, Figura 2-4.

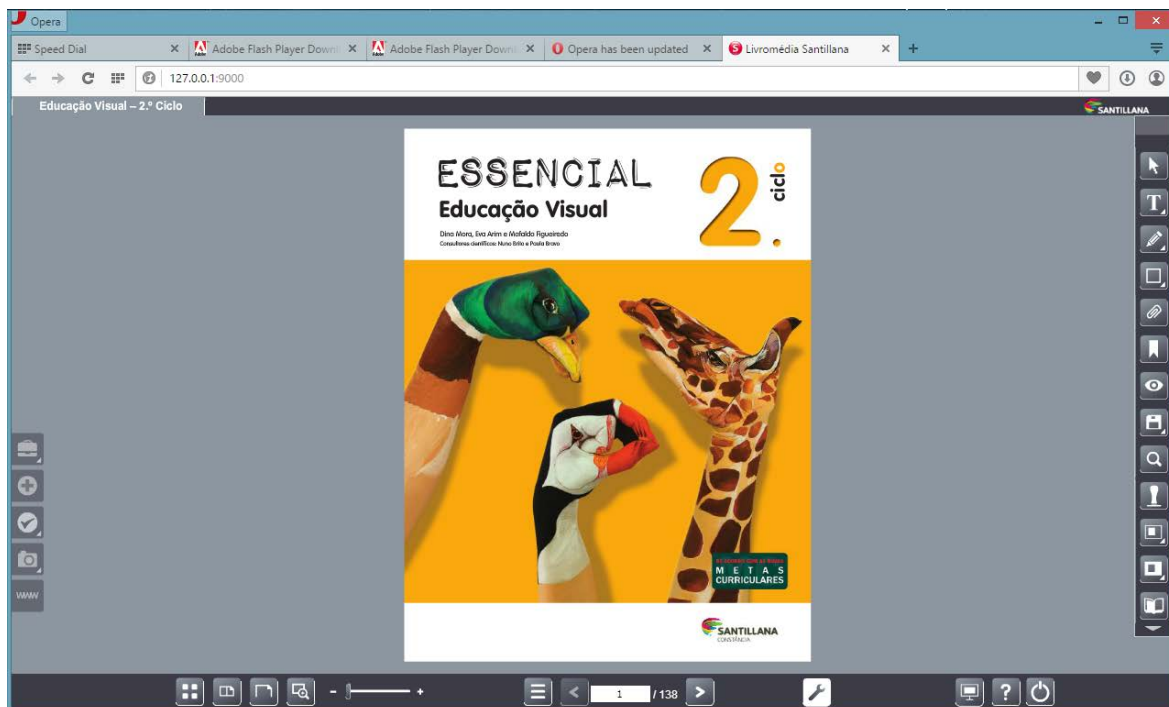


Figura 2-4: Interface do manual escolar digital Essencial 2.º Ciclo – Santillana/Constância.

As funcionalidades são acessíveis através de botões identificados por ícones de percepção universal apoiados por *tooltips* descritivas. A versão testada não inclui qualquer tipo de recurso oposto sobre as páginas digitais, sendo o acesso gerido por um menu vertical localizado na zona esquerda do ecrã, Figura 2-5/A. Um menu horizontal na base da página permite aceder às funções mais comuns, Figura 2-5/B. As ferramentas do professor estão agrupadas num menu vertical (deslocável) na área direita do ecrã, Figura 2-5/C.

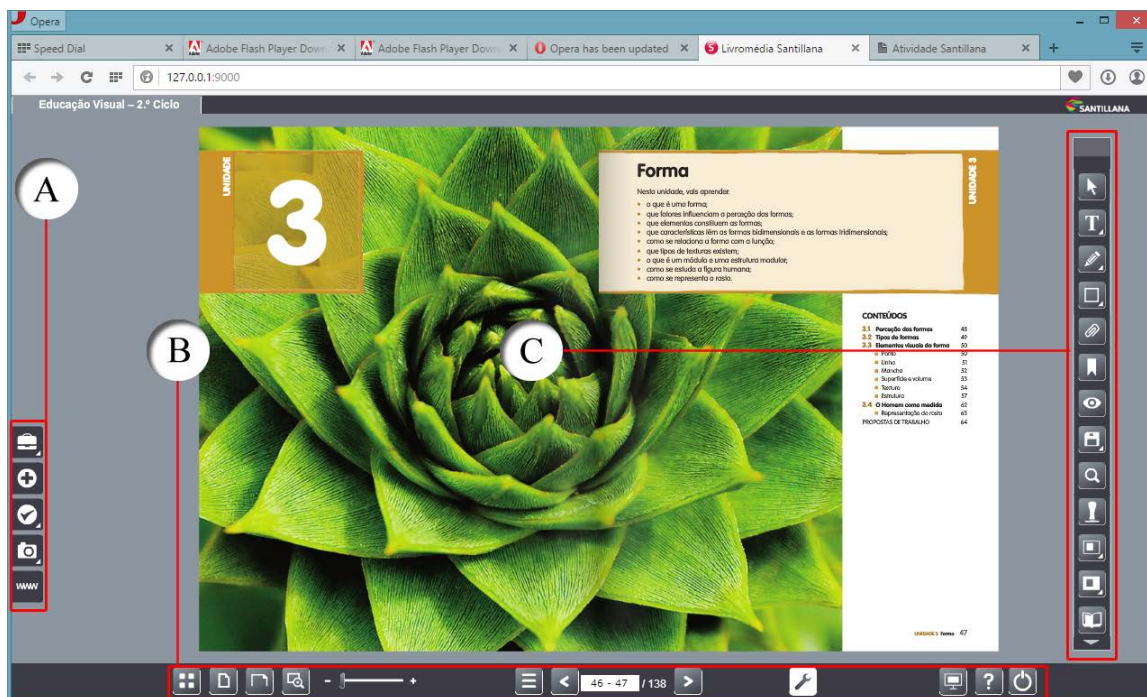


Figura 2-5: Funcionalidades e navegação do manual digital Essencial 2.º Ciclo – Santillana/Constância.

A proposta da Santillana/Constância apresenta um conjunto variado de recursos digitais. Uma inovação única neste manual é a inclusão de modelos tridimensionais suportados pela tecnologia de RA. Esta é uma vantagem clara em relação aos restantes manuais tendo em conta o potencial da tecnologia, sobretudo no que concerne à possibilidade de visualização de modelos e cenas em três dimensões. Contudo, neste caso, a editora recorre a um sistema de marcadores e a uma aplicação baseada no computador. Para a visualização dos conteúdos de RA é necessário descarregar e extrair o conteúdo de um ficheiro a partir da internet, abrir um executável e configurar a *webcam* para “ler” o marcador adequado. Em síntese, o processo de visualização dos conteúdos de RA implica um conjunto de passos, nomeadamente:

1. Executar a aplicação livromédia: A hiperligação para o ficheiro só está acessível a partir da versão digital do manual escolar, na página 42-43, Figura 2-6;

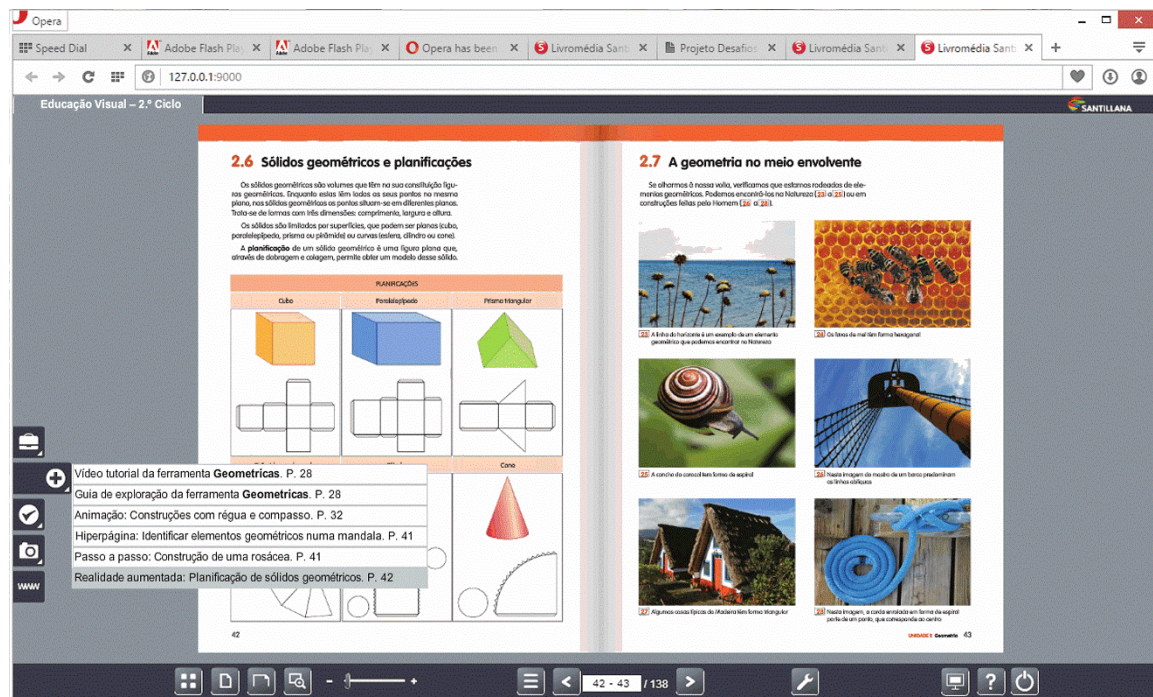


Figura 2-6: Acesso à aplicação de Realidade Aumentada através do livromédia.

2. Descarregar o ficheiro “planificação.zip”: Uma vez descarregado, é necessário descomprimir os conteúdos para um diretório no computador onde será visualizada a realidade aumentada, Figura 2-7;

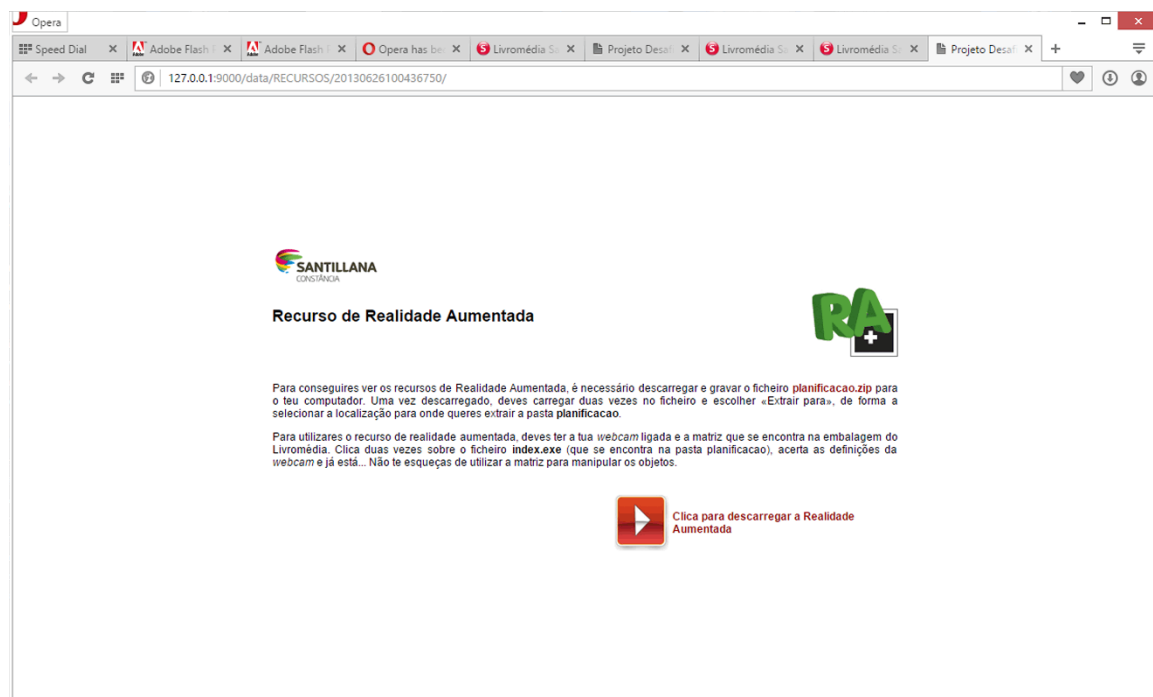


Figura 2-7: Hiperligação para a pasta com a aplicação de Realidade Aumentada a descarregar e instruções de utilização.

3. Abrir/executar o ficheiro “index.exe” que se encontra na pasta planificação, Figura 2-8);

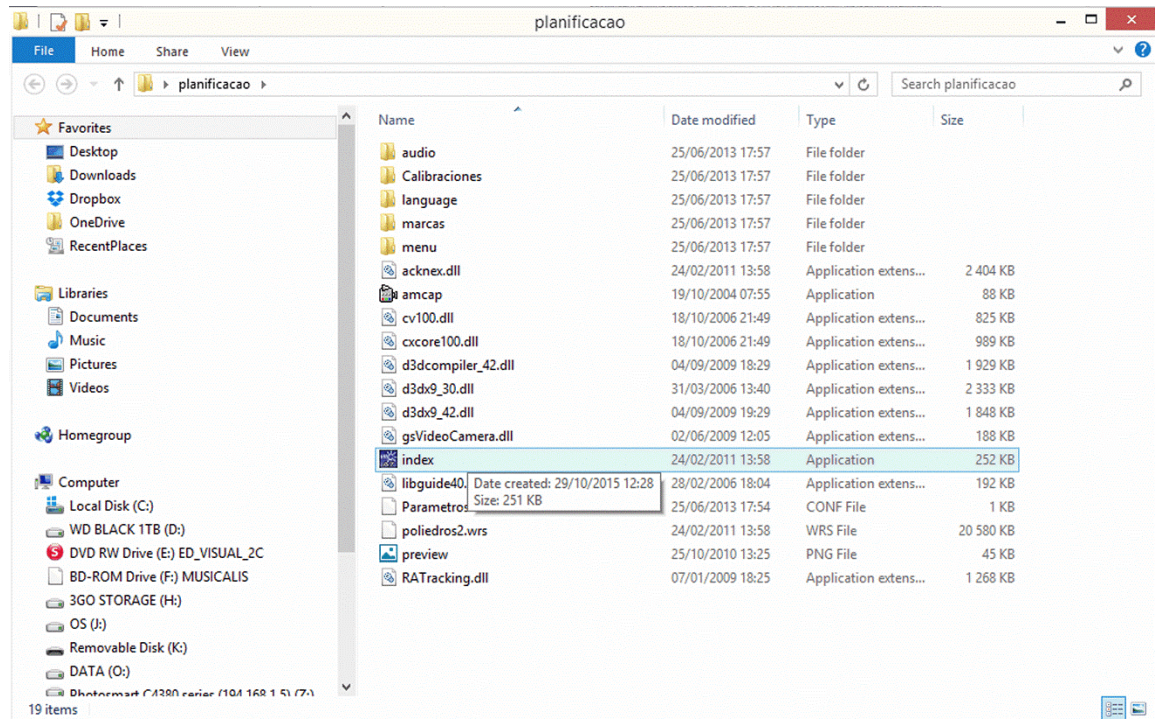


Figura 2-8: Executar o ficheiro "index.exe" contido na pasta "planificação".

4. Regular as definições do dispositivo de captura, nomeadamente a resolução da webcam, Figura 2-9.

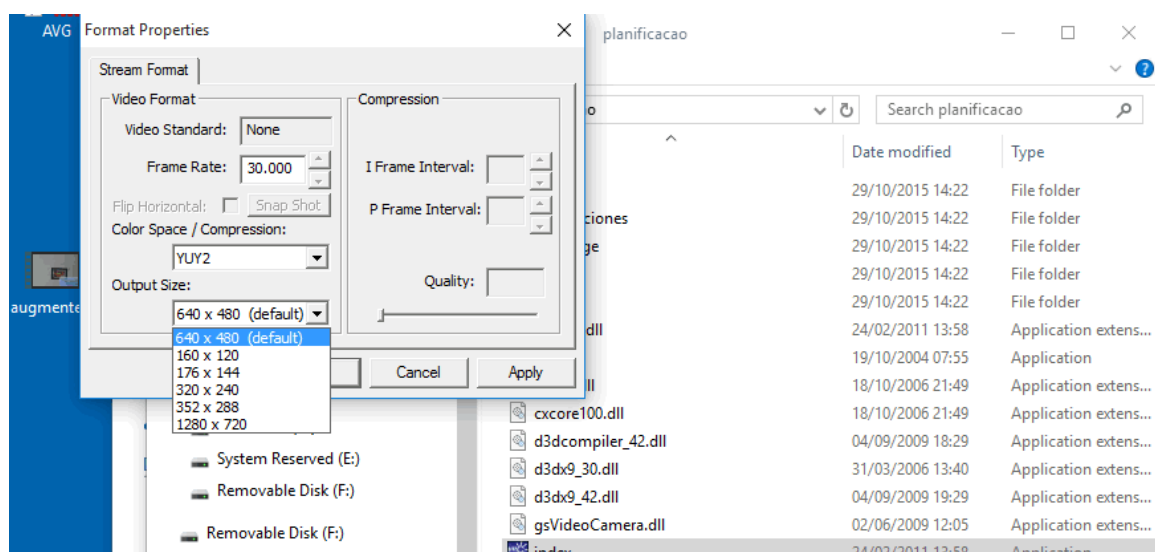


Figura 2-9: Regulação dos parâmetros da webcam.

5. Utilizar a matriz que se encontra no verso da embalagem do livromédia, Figura 2-10, para visualizar os conteúdos de RA, Figura 2-11.

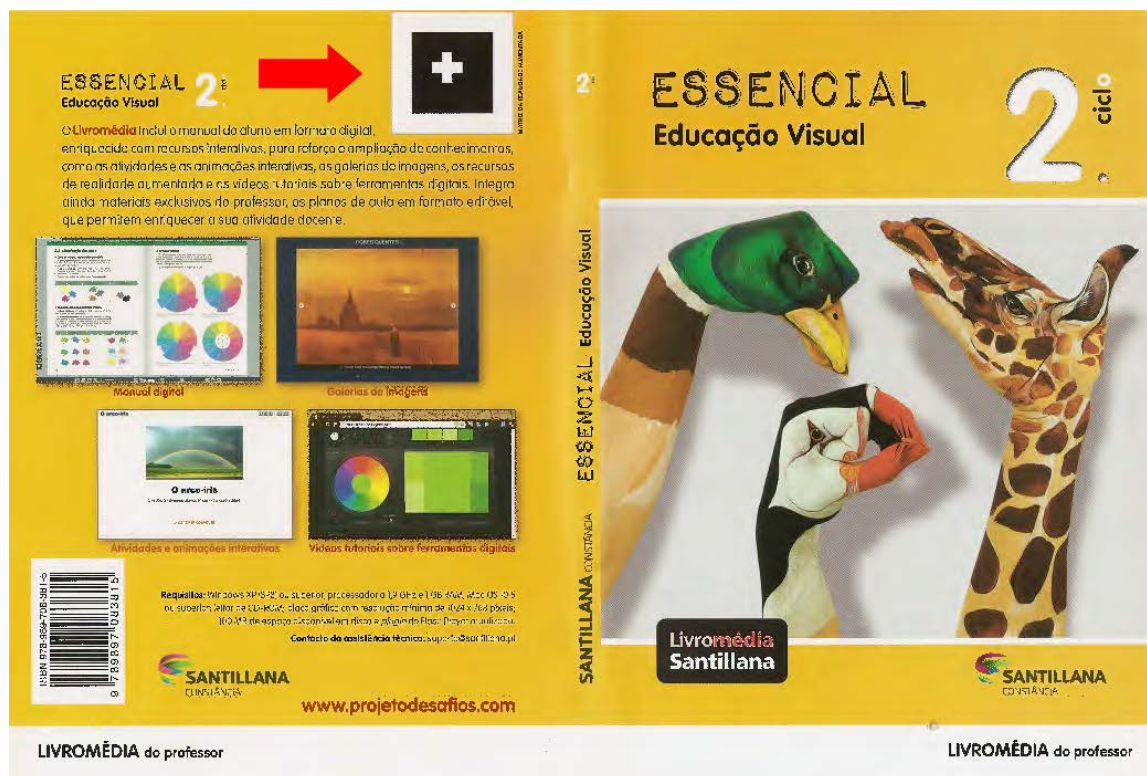


Figura 2-10: Matriz para a visualização dos conteúdos de RA na aplicação (colocar em frente à webcam).

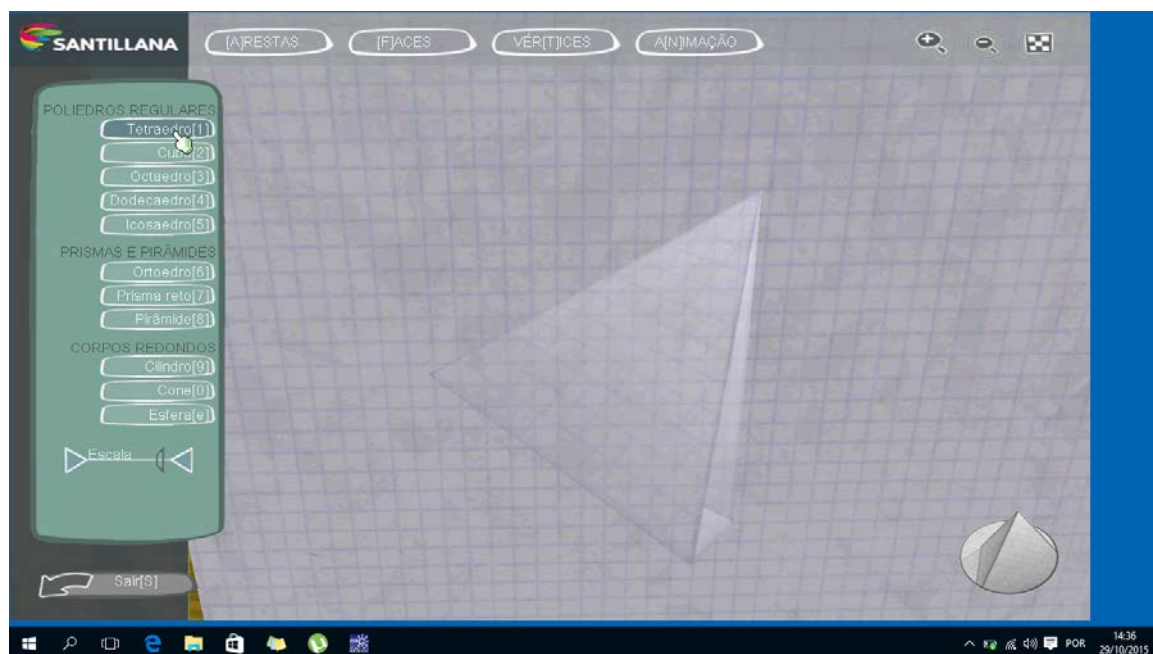


Figura 2-11: Visualização dos modelos através da Realidade Aumentada

Este conjunto de procedimentos, algo complexo, depende da existência de uma *webcam* no computador. O processo de visualização não é intuitivo, e não é prático se a *webcam* for fixa, como acontece nos computadores portáteis, pois a matriz estará praticamente sobreposta à visualização dos modelos. Na atualidade, através de recentes algoritmos de reconhecimento de imagens e objetos é possível aceder a conteúdos de RA em dispositivos de computação móvel (*smartphones* ou *tablets*) tornando mais prático e fácil o acesso aos utilizadores.

2.4.3 SABER VER 5.º/6.º – Educação Visual, Texto Editora

O projeto Saber Ver - Educação Visual, 5.º/6.º Ano da Texto Editora recursos específicos para os professores e alunos. Relativamente aos alunos, destaca-se a apresentação dos conteúdos em dupla página, destaques a cor para salientar as partes mais importantes do texto, glossários no final do 5.º e 6.º anos e um sistema de capas independentes para o 5.º e 6.º ano. São oferecidos materiais manipuláveis, nomeadamente módulos para explorar texturas por vazamento e desenho da figura humana para destacar, montar e articular com *atches*. Os professores recebem o manual escolar do professor, um caderno de apoio ao professor, um mostruário de papéis e o CD-ROM Aula Digital que está também disponível em linha⁶. O manual do professor segue as Metas Curriculares e inclui remissões para os recursos multimédia pertinentes para cada conteúdo. A dimensão do livro e a encadernação em espiral concedem um certo nível de robustez e flexibilidade ao produto, o que poderá ser considerado um ponto positivo tendo em conta o público-alvo a que se destina.

⁶ www.saberver.te.pt

O CD-ROM Aula Digital não refere qualquer tipo de requisitos técnicos para a execução do programa, pelo que se depreende que seja compatível com sistemas Windows recentes.

O arranque da aplicação é automático e dá lugar a uma janela configurada para preencher o ecrã na totalidade. Não existe a opção de alterar a dimensão ou minimizar a janela, o que, em termos de usabilidade compromete a execução de multitarefa não tirando qualquer proveito de sistemas com monitores de resoluções elevadas. O interface inclui um menu lateral na zona esquerda do ecrã com botões de acesso ao manual multimédia, recursos, aulas interativas e testes, Figura 2-12/A, a animações representativas de recursos incluídos no manual digital, Figura 2-12/B e apresentações em PowerPoint, Figura 2-12/C.



Figura 2-12: Saber Ver - Educação Visual 5.º/6.º Anos, Aula Digital.

Na versão de demonstração disponibilizada, as funcionalidades do manual multimédia, recursos, aulas interativas e testes são introduzidas através de uma rápida sequência de vídeo. Apesar de dar uma ideia do potencial encerrado, este processo não é satisfatório para uma análise mais rigorosa e seria um fator de ponderação negativo no processo de seleção do manual. O botão “Animações” disponibiliza também uma pequena sequência de vídeos explicando determinados conteúdos, por exemplo, traçados geométricos ou a geometria da linha. O botão “Powerpoint” possibilita a gravação de um ficheiro para o computador local (no formato PowerPoint) que será aberto posteriormente no computador local, Figura 2-13.

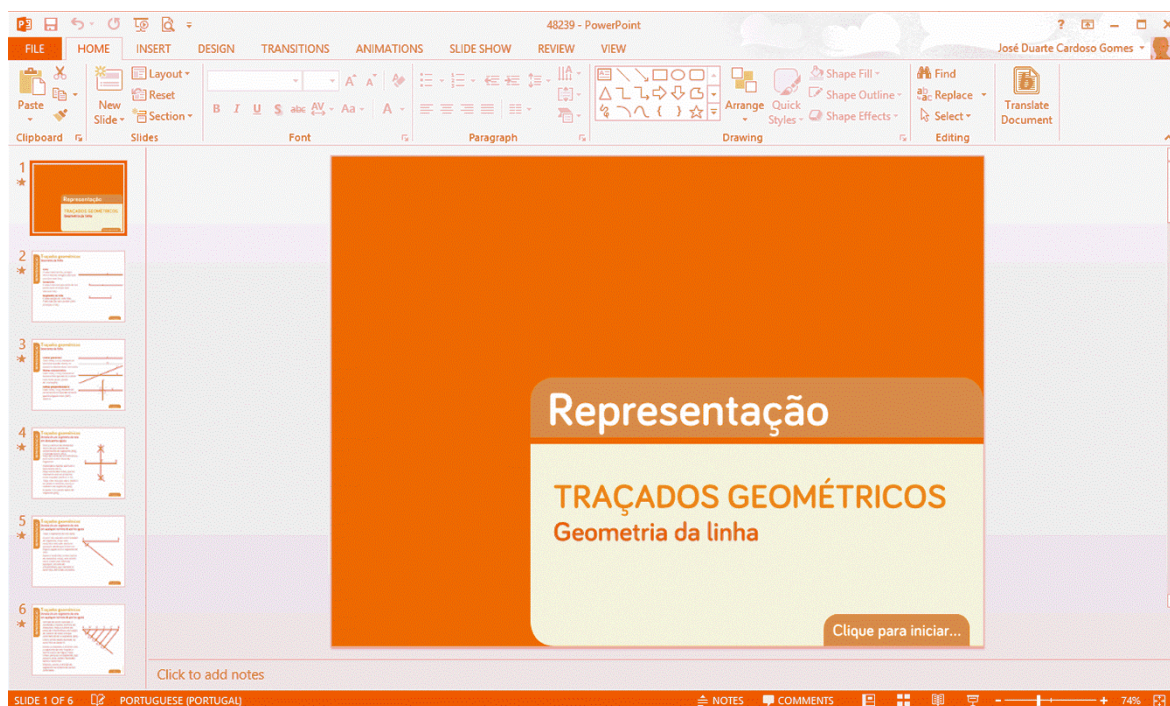


Figura 2-13: Saber Ver – Educação Visual 5.º/6.º, apresentação PowerPoint.

Em síntese, a proposta da Texto Editora não apresenta informação significativa sobre a qualidade e utilidade dos recursos multimédia na sua versão promocional. O programa apresenta alguns problemas de usabilidade acrescidos de tempos de carregamento a partir da unidade de CD-ROM bastante lentos. A disponibilidade em linha do programa Aula Digital tanto para professores como alunos requer um processo de registo prévio.

2.4.4 Mundo Visual 5.º/6.º – Educação Visual, ASA Editora

O ME proposto pela ASA inclui os conteúdos para o 5.º e 6.º ano no mesmo volume. Utiliza uma divisão invertida das duas partes para melhor separação dos níveis. A encadernação é convencional, com capas muito finas, sendo um manual bastante volumoso e pesado, o que se apresenta como um constrangimento a ter em conta. A apresentação do projeto não é endereçada no corpo da manual, não sendo identificáveis os materiais oferecidos aos alunos e professores.

Relativamente aos recursos multimédia, refere-se no corpo do livro, no início de cada capítulo, quais os recursos digitais disponíveis para o professor no CD-ROM 20 Aula Digital, entre eles, a título de exemplo, fichas pedagógicas, atividades, projetos e planificações, instrumentos de avaliação e aplicações multimédia. Segundo a página em linha da editora⁷ o programa 20 Aula Digital permite a projeção do manual em sala da

⁷ http://www.leyaeducacao.com/z_professores/i_133/ct_28/

aula, a exploração de recursos interativos, a preparação de aulas e a preparação de testes. O acesso em linha requer um processo de registo e autenticação tanto para professores como para alunos.

Da análise supra relativamente aos ME de EV correntemente em uso no sistema de ensino em Portugal, é possível aferir que as propostas da Porto Editora e Santillana dedicam um especial cuidado à vertente multimédia dos seus produtos, o que será eventualmente um elemento de ponderação na escolha e seleção de manuais pelos professores de EV. Globalmente, todos os produtos editoriais analisados são produtos de qualidade, nos quais, a vertente de interação e recursos multimédia foi alvo de cuidada elaboração, o que permite inferir o reconhecimento por parte das editoras, do valor educativo de recursos digitais multimédia.

Verifica-se portanto uma tendência por parte das editoras para oferecerem produtos editoriais que integrem recursos digitais utilizáveis em contextos de aprendizagem formais e informais, recorrendo a processos de distribuição em linha ou em DVD. A editora Santillana integrou no seu manual “Essencial 5.º/6.º” uma primeira abordagem à visualização tridimensional de sólidos geométricos recorrendo à tecnologia de Realidade Aumentada.

O multimédia, tendo em conta o desenvolvimento atual da tecnologia de computadores, permite implementar abordagens didáticas e pedagógicas inovadoras nos manuais escolares, indo ao encontro da motivação natural dos alunos para as tecnologias (Prensky, 2001) e oferecendo alternativas adequadas a alunos com diferentes perfis e ritmos de aprendizagem, desde os alunos do currículo regular a alunos do ensino especial. Considerando a ubiquidade, portabilidade e potencial computacional dos atuais dispositivos de computação móvel largamente difundidos entre as camadas mais jovens da população (*smartphones* e *tablets*), parece pertinente procurar novos caminhos para enriquecer e aumentar os ME recorrendo a tecnologias emergentes como a RA, a qual não está ainda suficientemente difundida no contexto dos manuais escolares, facto que se pode constatar por apenas um dos manuais recorrer a este paradigma de interação.

3. O Livro Aumentado

No capítulo 3 – O Livro Aumentado -, apresenta-se a gênese do livro aumentado. O subcapítulo 3.1 apresenta vários tipos de livro aumentado e as suas características únicas. O subcapítulo 3.2 introduz o conceito de aprendizagem motivada.

3.1 Tipos de Livro Aumentado

O livro didático/manual escolar (ME), em função do seu objetivo de instrução, inclui na atualidade imagens e ilustrações profusas e variadas, procurando apoiar e complementar a informação textual.

Tradicionalmente, os livros com imagens são frequentemente usados para fins de recreação ou educacionais, especialmente junto das crianças. Existem inúmeros tipos destes livros: Contos de fadas, histórias científicas, prosa, ficção, não-ficção, aritmética, ciências, música, entre muitos outros.

De um modo geral, o livro ilustrado é concebido para atrair e dirigir a atenção dos leitores e apresenta-se em variadas formas, nomeadamente: Livros com truques (*gimmick books*), pop-out/ pop-up *books*, Figura 3-1/A), livros perfurados, livros com hologramas, Figura 3-1/B), livros com som, etc. (Taketa, Hayashi, Kato, & Noshida, 2007).



Figura 3-1: Castelo de Hogwarts, livro pop-up e Jack and the Beanstalk, livro com hologramas⁸.

⁸ Imagens obtidas em <http://paperpops.com/book-profiles/harry-potter-a-pop-up-book> e https://www.etsy.com/market/3d_hologram, julho de 2015

Uma das limitações inerentes a este tipo de livros reside no facto de terem sido concebidos para um determinado fim, pelo que, a tecnologia ou técnica de produção não é transferível para outros livros. Contudo, uma tecnologia agora largamente acessível, a Realidade Aumentada (RA) permite adicionar a qualquer livro ilustrado elementos como tridimensionalidade, multimédia e interação.

O “*Magic Book*”, Figura 3-2, é uma das aplicações mais conhecidas da tecnologia de RA em contextos educacionais. Os livros podem ser lidos normalmente, observando as imagens ou lendo o texto. Através de um ecrã de um dispositivo móvel, como um *smartphone* ou *tablet*, os utilizadores podem visualizar modelos tridimensionais (3-D), observar e manipular sequências de vídeo, ouvir som e interagir através da função *touch*.

Desde a introdução do *Magic Book*, muitos pesquisadores e companhias têm criado experiências de livros aumentados através da tecnologia de RA. Estes livros incluem aumentações visuais, faixas de áudio ou interfaces transicionais. Um dos objetivos da introdução de conteúdos multimédia, 3-D e interação é o enriquecimento de materiais físicos e o desenvolvimento de experiências de utilizador mais gratificantes (Clark & Dunser, 2012).

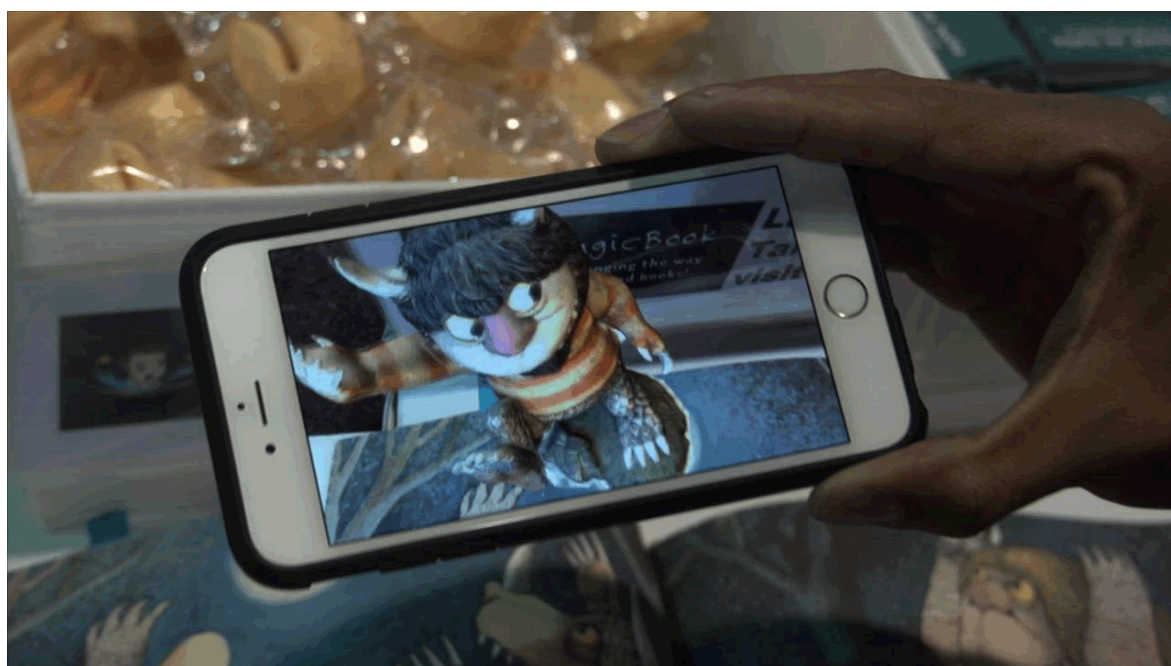


Figura 3-2: *MagicBook*, modelo 3-D⁹.

O livro aumentado tem despertado a atenção não só de investigadores, mas também de educadores enquanto meio privilegiado de “melhorar” livros tradicionais adicionando interação, visualização, simulação, gráficos 3-D e som, os quais, conjugados com a um livro “comum” podem melhorar a experiência de aprendizagem através da promoção da exploração e manipulação ativa do *medium*. A utilização destas

⁹ Imagem obtida em <http://www.cnet.com/videos/the-weird-tech-we-love-and-hate-at-ces-2015/>, julho de 2015

ferramentas e alternativas de apresentação pode conduzir a uma melhor compreensão de processos dinâmicos ou de estruturas 3-D, superando as limitações dos livros didáticos tradicionais (ME). Para além de uma melhor representação de tipos muito específicos de conteúdo, as visualizações 3-D interativas podem motivar os alunos e promover o envolvimento no processo de aprendizagem (Dünser & Hornecker, 2007).

Os livros aumentados apresentam conteúdos únicos, entre os quais se podem destacar os seguintes:

- Conteúdos estáticos bidimensionais (2-D), como imagens (fotografias, pinturas, desenhos, ilustrações), esquemas, texto.
- Conteúdos dinâmicos 2-D como vídeos e animações.
- Conteúdos 3-D, tais como modelos tridimensionais (objetos, ambientes), modelos dinâmicos (animação, avatares 3-D).
- Som, concretamente, som ambiente (música, som de fundo), som espacial (dependendo das ações do utilizador e da sua posição) e sons interativos.

O desenvolvimento de livros aumentados pode ser categorizado. Alguns livros aumentados utilizam sensores embutidos no próprio livro conjugados com dispositivos externos para manuseamento enquanto outros recorrem exclusivamente a dispositivos externos (computador e *webcam*, *smartphones*, *tablets*). Os conceitos operativos da RA e RV serão aprofundados no capítulo 4 deste documento.

Têm sido feitas tentativas de classificar os livros aumentados de acordo com as suas características físicas. Combinando o *Continuum of Objects Meanings* para interfaces tangíveis proposto por Underkoffler e Ishii (1999) e o *Continuum* realidade-virtualidade proposto por Milgram et al. (1994), Grasset et al. (2008) apresentam um eixo de classificação de livros baseado nas suas *affordances* e conteúdos, Figura 3-3.

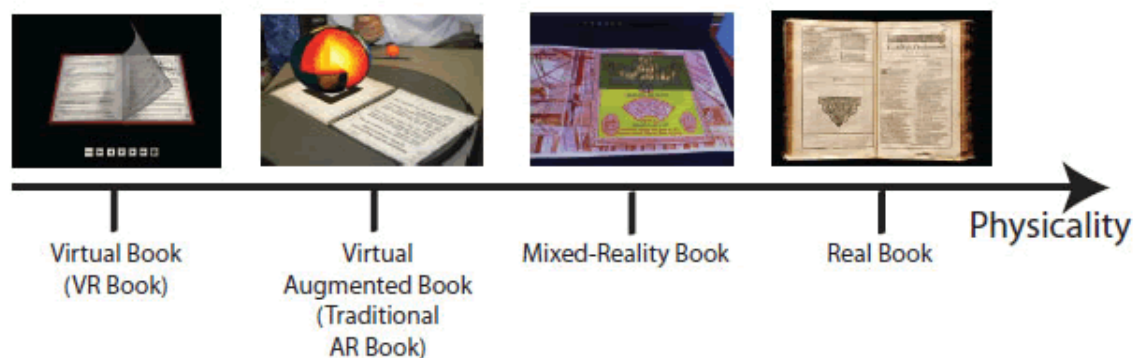


Figura 3-3: O Continuum físico, do livro virtual ao livro real (Grasset et al., 2008, p. 100).

Neste sentido, os livros podem classificar-se do seguinte modo:

- Livro virtual: É um formato exclusivamente eletrónico e por conseguinte tem pouca relevância física.
- Livro tradicional aumentado com RA: O livro físico é geralmente utilizado como um interface aumentado em que o virar de cada página permite aceder aos conteúdos digitais.

Contudo, neste tipo de livro existe pouca relação física entre as páginas, os seus conteúdos e o conteúdo virtual.

- Livro com realidade-mista: Este formato procura combinar uniformemente o conteúdo físico e virtual.
- Livro real: Formato puramente físico, sem qualquer tipo de aumentação virtual.

A Figura 3-4 retrata o livro aumentado com multimédia integrada (cena e modelo em três dimensões).

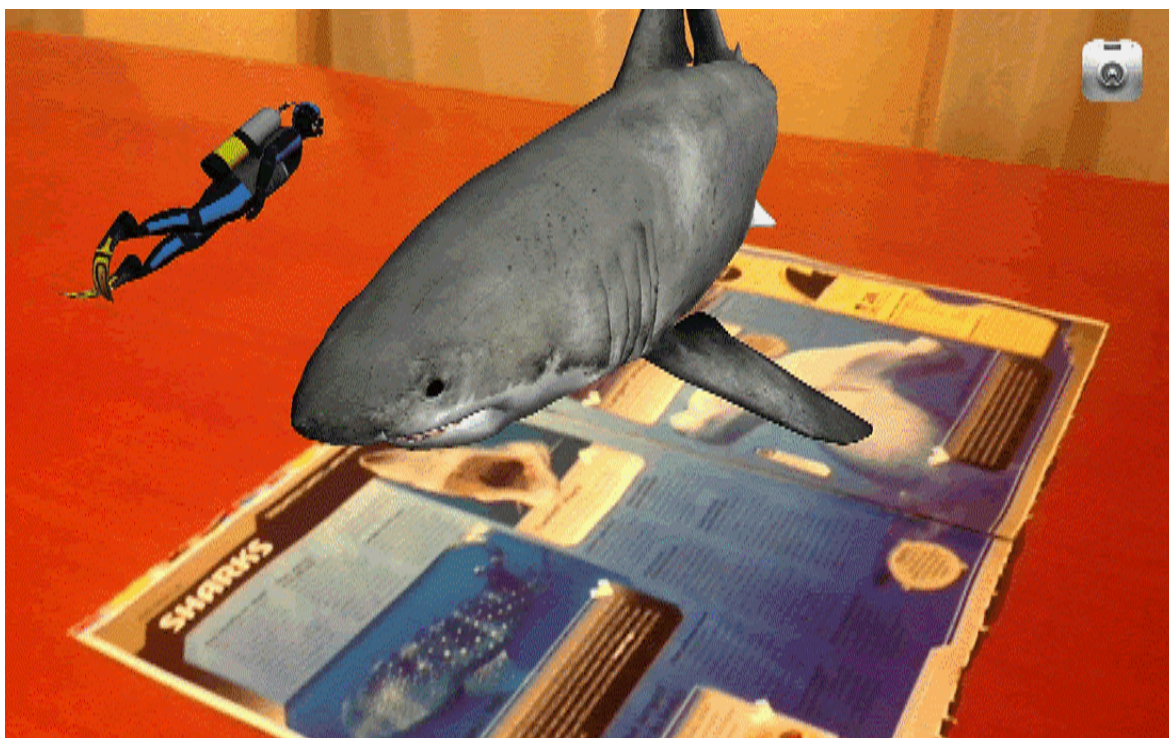


Figura 3-4: Livros com realidade aumentada: Simples, multimédia lado a lado e multimédia integrada¹⁰.

A área disciplinar de Educação Visual introduz temáticas ligadas à arte e comunicação, incluindo áreas que abordam a visão e a perceção, a comunicação visual, a linguagem visual, geometria, expressão gráfica e desenho, património natural e cultural e ainda materiais e técnicas de expressão.

Neste contexto, propomos uma abordagem inovadora ao ME de EV, transformando-o num livro aumentado recorrendo à tecnologia de RA. A possibilidade de adicionar ao objeto físico (manual) conteúdos digitais 2-D dinâmicos (vídeos e animações), 3-D (objetos, ambientes), som (ambiente, espacial ou interativo) e interatividade poderá contribuir para uma:

- Maior motivação dos alunos para a utilização do ME, em ambientes formais e informais.
- Melhor perceção dos conteúdos expostos.

¹⁰ Imagem obtida em <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.gwr.seeit3d>, julho de 2015

- Envolvimento mais ativos com os materiais de aprendizagem.

3.2 Aprendizagem Motivada

Embora alguns tipos simples de aprendizagem possam ocorrer com pouca ou nenhuma motivação, a maior parte da aprendizagem é motivada. Os alunos motivados para aprender envolvem-se nas aulas, realizam atividades de pesquisa e relacionam com experiências e conhecimentos anteriores, colocando questões. Ao contrário de desistirem perante situações difíceis, alunos motivados esforçam-se para vencer as dificuldades. Trabalham em tarefas que não foram solicitadas pelos professores, leem livros de acordo com os seus interesses, resolvem problemas e puzzles, trabalham em projetos no computador. Em suma, a motivação envolve os alunos em atividades que facilitam as aprendizagens. Os professores compreendem a importância da motivação para a aprendizagem e procuram novos processos para aumentar a motivação dos alunos (Schunk, 2012).

A motivação está intimamente associada às aprendizagens. A motivação e a aprendizagem afetam-se mutuamente. A motivação dos alunos pode influenciar o quê e como aprendem. Por outro lado, à medida que os alunos aprendem e percebem que sabem mais, ficam mais motivados para continuarem a aprender. O Quadro 3-1 apresenta o modelo de aprendizagem motivada.

Quadro 3-1: *Modelo da aprendizagem motivada (Schunk, 2012, p. 357)*

| Antes da tarefa | Durante a tarefa | Após a tarefa |
|---------------------|----------------------------|---------------|
| Objetivos | Variáveis de ensino | Atribuições |
| Expectativas | Professor | Objetivos |
| Autoeficácia | Retorno | Expectativas |
| Resultados | Materiais | Afetos |
| Valores | Equipamento | Valores |
| Afetos | Variáveis de contexto | Necessidades |
| Necessidades | Pares | Apoio social |
| Apoio social | Ambiente | |
| | Variáveis pessoais | |
| | Construção do conhecimento | |
| | Aquisição de competências | |
| | Autorregulação | |
| | Escolha de atividades | |
| | Esforço | |
| | Persistência | |

Este é um modelo cognitivo porque vê a motivação como largamente derivada de pensamentos e crenças. O modelo prevê três fases: pré-tarefa, durante a tarefa e após a tarefa:

- Fase pré-tarefa: Várias variáveis influenciam a motivação inicial dos alunos para as aprendizagens. Iniciam uma tarefa com vários objetivos, como por exemplo aprender os conteúdos, ter um bom desempenho acabar em primeiro lugar, etc. Nem todos os objetivos são acadêmicos. Por outro lado, também iniciam a tarefa com diferentes expectativas que podem envolver capacidades de aprendizagem (autoeficácia) e percepções das consequências da aprendizagem (expectativas de aprendizagem). Os alunos têm diferentes percepções do valor, ou importância percebida, das aprendizagens. Os afetos também são diferentes no que concerne às aprendizagens: Os alunos podem sentir-se excitados, ansiosos ou não sentirem nenhuma emoção em particular. Finalmente, o apoio social nas vidas dos alunos é variável. Este apoio inclui as ajudas obtidas na escola por professores e pares e o encorajamento dos pais.
- Fase durante a tarefa: A aprendizagem envolve variáveis de instrução, contextuais (sociais/ambientais) e pessoais. As variáveis de instrução incluem os professores, tipos de retorno, materiais e equipamento. Embora estas variáveis sejam vistas como influenciadoras das aprendizagens, elas também afetam a motivação. Por exemplo, o retorno do professor pode encorajar ou desencorajar, o ensino pode esclarecer ou confundir e os materiais podem proporcionar muito ou pouco sucesso. As variáveis de contexto incluem recursos sociais e ambientais, como localizações, hora do dia, distrações, temperatura, acontecimentos em curso, os quais podem melhorar ou prejudicar a motivação. As variáveis pessoais estão associadas à aprendizagem, como a construção do conhecimento e aquisição de competências. As percepções dos alunos sobre a qualidade das suas aprendizagens e os efeitos das variáveis de instrução, contextuais e ambientais influenciam a motivação para uma aprendizagem continuada.
- Fase pós-tarefa: Esta fase compreende os períodos de reflexão que acontecem quando os alunos interrompem a tarefa de aprendizagem e avaliam o seu trabalho. Os alunos que acreditam que estão a progredir ao encontro dos seus objetivos estão aptos a manter a sua autoeficácia na aprendizagem. Fatores relacionados com o ensino, como o retorno dos professores, proporcionam informação sobre os progressos realizados e expectativas de sucesso. Assim, alunos que esperam ter sucesso e recebem informações positivas relativamente ao seu progresso estão aptos a serem motivados para continuar a aprender (Schunk, 2012).

A motivação para a aprendizagem em contextos educativos é um conceito hipotético representando processos fisiológicos e psicológicos e também um processo dinâmico que envolve persistência em determinados comportamentos ou atitudes. Quando a motivação está presente e o aluno mostra vontade em participar ativamente nas aulas e de se aplicar nos trabalhos escolares estão construídas as condições para um maior sucesso e eficácia nas aprendizagens realizadas (Karsenti, 1997).

No que concerne a jovens alunos, a motivação para a aprendizagem deriva de fatores externos ao aluno (motivação extrínseca) e internos (motivação intrínseca).

A motivação intrínseca envolve percepções de controlo e competência. O objetivo de obter boas notas ou o retorno e incentivo de um professor funcionam como motivadores extrínsecos que ajudam a desenvolver a motivação intrínseca à medida que o aluno sente confiança e orgulho nas aprendizagens realizadas (Schunk, 2012).

No contexto do Ensino Básico em Portugal, é particularmente importante desenvolver nos alunos motivadores intrínsecos visando sustentar aprendizagens continuadas de sucesso.

Diferentes abordagens educacionais suportadas por recursos educativos e práticas pedagógicas inovadoras podem contribuir para maior motivação e melhores resultados nas aprendizagens. Estudos recentes (Cheng & Tsai, 2014; Gomes, Figueiredo, Amante, & Gomes, 2015; Lu & Liu, 2014; Wei, Weng, Liu, & Wang, 2015) sugerem que a RA pode contribuir também para suscitar maior motivação para as aprendizagens, e é nesse sentido que o presente projeto alicerça as suas fundações.

4. Mundos Virtuais e Realidade Aumentada

No capítulo 4 – Mundos Virtuais e Realidade Aumentada -, aborda-se o conceito de Mundos Virtuais (MV), Realidade Virtual (RV) e de Realidade Aumentada (RA), desde o seu aparecimento até às mais recentes aplicações e plataformas, focando a sua evolução, o conceito, caraterísticas, utilização em contextos educativos e as suas potencialidades.

O subcapítulo 3.1 sintetiza a evolução dos MV, o seu conceito e caraterísticas. O subcapítulo 3.2 introduz a evolução da RV, o conceito e principais caraterísticas associadas. O subcapítulo 3.3 sintetiza o conceito de *affordances* e introduz a principais vantagens associadas aos MV e à RV. O subcapítulo 3.4 apresenta algumas das aplicações mais recentes dos MV e RV no campo educacional. O subcapítulo 3.5 introduz a RA, a sua evolução, o seu conceito, caraterísticas principais e vantagens associadas à tecnologia, finalizando com a apresentação de estudos relativos à utilização da RA em contexto educativo. O capítulo inclui ainda, no subcapítulo 3.7 uma breve apresentação das principais plataformas de desenvolvimento de conteúdos de RA, focando algumas das suas caraterísticas marcantes, vantagens e desvantagens.

4.1 Mundos Virtuais

4.1.1 Evolução

Os Mundos virtuais (MV) tiveram uma evolução significativa desde a era dos *Multi-user Dungeons* (MUDs). De um início humilde baseado em texto, evoluíram para espaços digitais tridimensionais (3-D) frequentados por milhões de utilizadores, caracterizados por sistemas complexos, comportamentos sociais e uma grande diversidade de utilizadores (Peachey, Gillen, Livingstone, & Smith-Robbins, 2010).

4.1.2 Conceito e caraterísticas

Os MV são caraterizados por um conjunto de caraterísticas únicas, nomeadamente:

- São persistentes: Eles continuam a existir independentemente de um utilizador estar em linha ou não. Nestes mundos, de um modo geral, existem aspetos como o tempo e a economia que avançam numa escala de tempo real ou simulada, independentemente da presença do utilizador (Bell & Robbins-Bell, 2008). Em síntese, um MV persistente existe e modifica-se mesmo que o utilizador não o esteja a utilizar. Por outro lado, um MV não persistente será aquele em que, cada vez que a experiência de RV acontece, exhibe as mesmas condições iniciais (Sherman & Craig, 2003).

- Existem em *Wide Area Networks* (WAN): Para atingir a escala de mundo e não apenas de “ambiente” ou “espaço”, um MV tem de ser acessível em larga escala e não estar contido por uma *firewall* ou outra limitação semelhante.
- Os MV são massivos e multiutilizador: Esta é uma distinção fundamental entre espaços virtuais construídos para apenas alguns utilizadores e mundos que podem acomodar utilizadores a uma escala global.

Utilizam avatares para representar os utilizadores: Os avatares são agentes semiautónomos representados no espaço digital, e, capazes de realizar ações quando comandados por um utilizador. O avatar diferencia-se de um ícone ou perfil, na medida em que estes representam o utilizador, mas não podem realizar ações (Bell & Robbins-Bell, 2008). Segundo Bartle (2003), os MV são implementados por um computador (ou redes de computadores) que simula um ambiente. Embora os MV tenham na atualidade muitas aplicações para além do mero entretenimento, começaram como jogos de computador, os quais, devido ao grande investimento e rendimento da indústria de jogos, continuam a representar o estado-da-arte no desenvolvimento de MV. A maior parte dos MV adere a um conjunto de convenções, nomeadamente:

- O MV possuem regras automatizadas que permitem aos jogadores introduzirem alterações no mesmo. Estas regras são conhecidas como “*the world’s physics*”.
- Os jogadores representam entidades que existem no MV. Todas as interações e ações que ocorrem no MV são efetuadas pelas personagens que as representam (avatares).
- A interação com o MV ocorre em tempo real. O retorno a uma dada ação é imediato.
- O mundo é partilhado.
- O mundo é persistente.

O termo MV é normalmente associado à Realidade Virtual (RV), embora não sejam sinónimos exatos, pois o conceito de RV tem um significado muito mais específico, na medida em que aborda sobretudo os mecanismos através dos quais as pessoas interagem com as simulações geradas por computador, não se preocupando com as simulações em si. Contudo, para os utilizadores a principal motivação para utilizar um MV reside no desconhecido que os aguarda quando entram no mundo (Bartle, 2003). Os MV, persistentes ou não persistentes, têm sido amplamente usados para replicar o mundo real, através de modelos e ambientes. Harris & Rea (2009) sugerem que um MV é um ambiente que permite aos utilizadores (representados por um avatar) interagirem sem restrições geográficas. Em MV mais complexos (persistentes ou não), os utilizadores podem escolher e configurar completamente os seus avatares, através dos quais podem explorar, socializar ou resolver desafios nos MV.

Os MV oferecem inúmeras possibilidades na promoção da inclusão a grupos diferenciados na área da educação. Vistos ocasionalmente como um ponto de acesso universal para a educação inclusiva, os MV podem conter muitos constrangimentos em termos sociais, económicos, culturais e físicos (Peachey et al., 2010).

4.2 Realidade Virtual

4.2.1 Evolução

A utilização do termo Realidade Virtual (RV) suscitou grande expectativa na medida em que a tecnologia prometia criar mundos imaginários indistintos do mundo real. Durante os anos noventa emergiram termos relacionados, como ambientes virtuais (AV) e ambientes sintéticos (AS). Na atualidade muita desta expectativa desapareceu. A tecnologia não estava preparada para criar mundos sintéticos semelhantes ao mundo real, pelo que, no presente, é aceitável considerar que o termo RV se refere a reproduções “aceitáveis” de objetos reais ou ambientes para efeitos de treino, entretenimento ou desenho. A história da RV remonta aos anos 60 e ao “Sensorama” de Morton Heilig, Figura 4-1. O sistema de Morton Heilig permitia que os utilizadores se sentassem em frente de um ecrã onde podiam escolher diferentes corridas pré-gravadas utilizando motocicletas, bicicletas e um helicóptero. O sistema recorria a slides 3-D, som estereofónico e a geradores de vento e cheiro. Nos anos 60 os computadores não possuíam tecnologia que suportasse este tipo de aplicações, pelo que o sistema praticamente não tinha interatividade deixando o utilizador atuar apenas como um observador passivo.

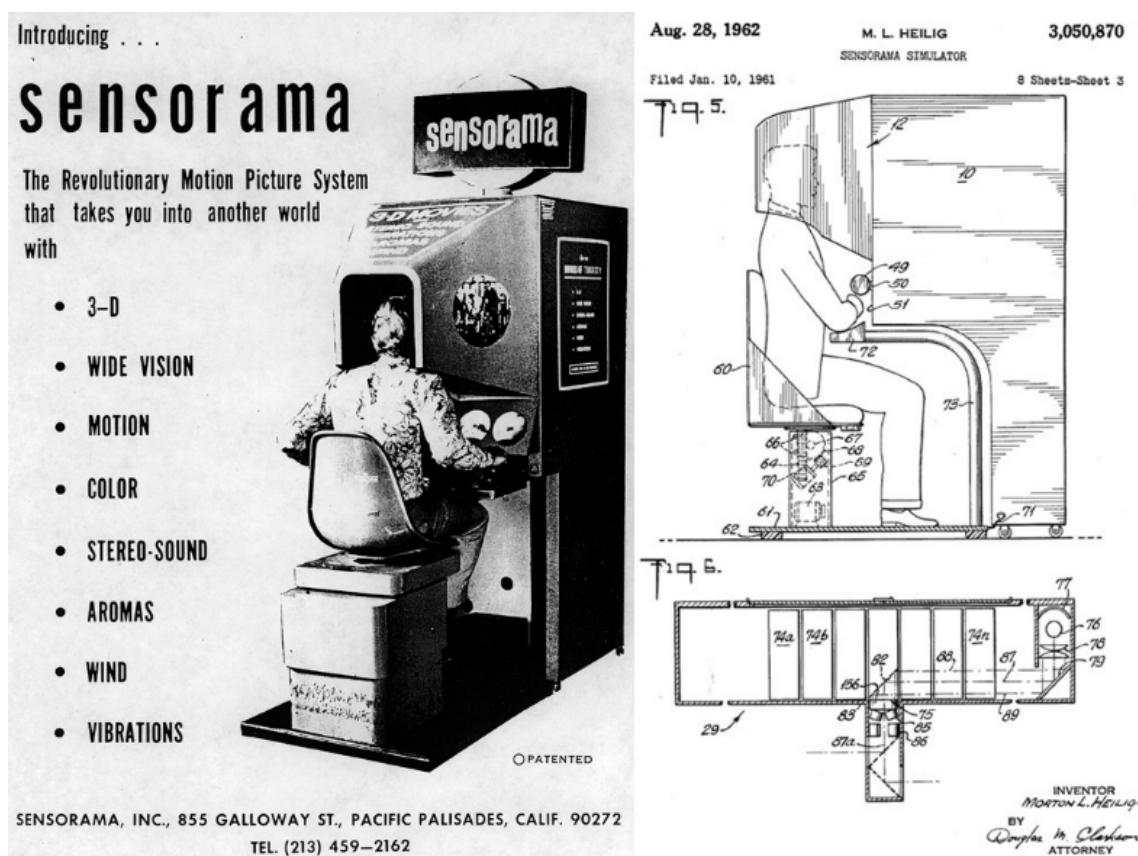
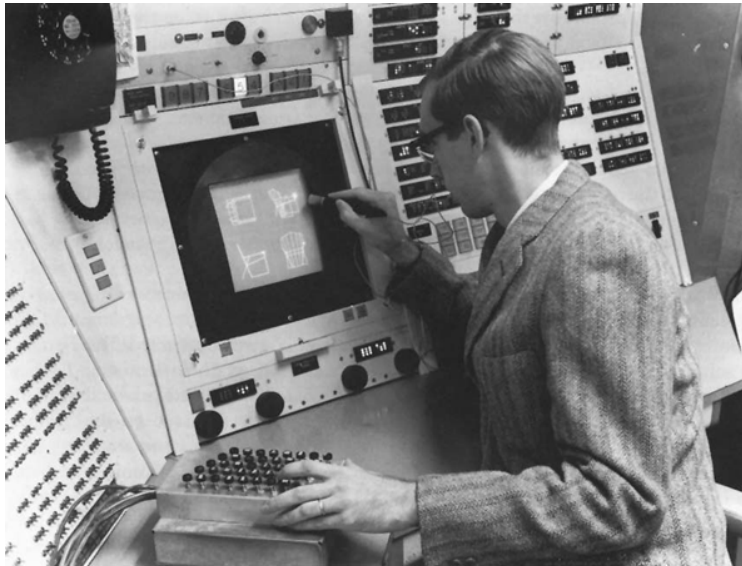


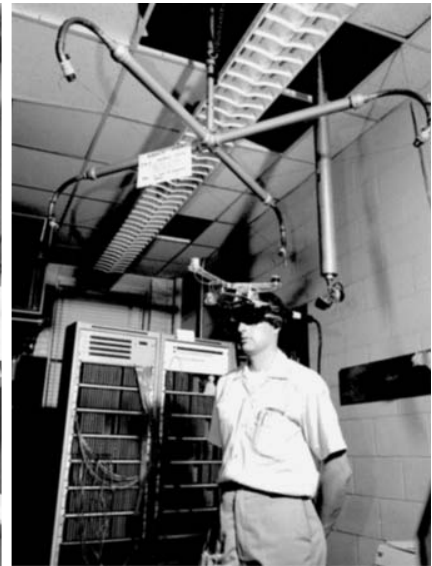
Figura 4-1: "Sensorama" de Morton Heilig, 1962¹¹.

¹¹ Obtida em <https://www.pinterest.com/pin/205828645445458953/>

Em 1965 Ivan Sutherland preconizou um futuro em que o ecrã do computador poderia ser uma janela para mundos virtuais. Em 1968 construiu um *head-mounted display* (HMD) que permitia ao utilizador a visualização de imagens consoante este movia a cabeça para a direita e para a esquerda, dando a ilusão de um mundo virtual, Figura 4-2/B. Sutherland também desenvolveu o “Sketchpad”, Figura 4-2/A, considerado como o ancestral dos modernos programas de *computer-aided crafting* (CAD). Sutherland é reconhecido como o “pai dos sistemas de RV” (Gutierrez, Vexo, & Thalmann, 2008).



a) Ivan Sutherland Sketchpad (1963)



b) Ivan Sutherland HMD (1968)

Figura 4-2: Sistemas de Realidade Virtual criados por Ivan Sutherland.

4.2.2 Conceito e características

A Realidade Virtual (RV) foi definida como a “presença humana num ambiente gerado por computador”, ou mais especificamente, “um ambiente multimédia interativo, gerado por computador, no qual o utilizador se torna participante num mundo virtual”. Nesse sentido a RV pode ser vista como um “interface entre seres humanos e aplicações geradas por computador em tempo real e em mundos tridimensionais (3-D)”. Uma aplicação de RV é caracterizada pelos seguintes aspetos:

- **Interatividade:** Interações realísticas com objetos virtuais através de luvas (*data gloves*) e outros dispositivos semelhantes que suportam a manipulação, operação e controlo de objetos no MV.
- **Tempo-real:** Visualização, interações e outras tarefas relacionadas são executadas com retorno imediato, proporcionando a ilusão da imersão no mundo artificial.
- **Imersão:** A visualização referenciada pelo movimento da cabeça é um exemplo de um interface natural para navegação no espaço 3-D e proporciona ao utilizador a capacidade de olhar

à sua volta, caminhar ou voar pelo ambiente virtual. Som, dispositivos tácteis e outras tecnologias não-visuais podem ser utilizados para melhorar a experiência virtual significativamente.

Um dos constrangimentos inerentes à utilização da RV prende-se com as exigências em termos de poder computacional. Em aplicações em larga escala envolvendo modelos complexos, são necessários sistemas de computação poderosos com *hardware* gráfico especial, o que é um problema a considerar relativamente ao desenvolvimento de sistemas de RV. Ao contrário dos hologramas passivos ou vídeo 3-D estereoscópico, a RV é inerentemente uma aplicação interativa. Alicerçado no rápido desenvolvimento do *hardware*, o campo da RV, inicialmente focado em experiências imersivas obtidas através de equipamentos dispendiosos, está a expandir-se, incluindo na atualidade uma variedade de sistemas para interagir com modelos computacionais 3-D em tempo real. De um ponto de vista gráfico, a RV pode incluir:

- Gráficos 3-D completamente imersivos: Sistemas totalmente imersivos incluem representações em escala real, visualização estereoscópica e navegação referenciada aos movimentos da cabeça. O termo RV referia-se inicialmente a estes sistemas. *Head-mounted Display* (HMD) são acessíveis comercialmente, permitindo aos utilizadores um certo nível de imersão numa experiência de RV.
- Gráficos 3-D semi-imersivos: Os sistemas semi-imersivos incluem sistemas de projeção de grandes dimensões.
- Gráficos 3-D não imersivos: Os sistemas não imersivos dispõem apenas de monitores para a visualização de objetos 3-D. A maioria dos sistemas de RV baseados na *Web* recorre a tecnologia não imersiva, devido a custos de *hardware* e largura de banda.

Os termos RV, MV ou ambiente virtual (AV) são frequentemente utilizados para designar a utilização de gráficos 3-D, som 3-D e interação em tempo real em simulação ambiental (Ko & Cheng, 2009).

4.3 Affordances dos MV e RV

Relativamente às vantagens dos MV e da RV nos processos de ensino-aprendizagem, a literatura refere frequentemente o termo *affordances*. Inicialmente proposto por no seu livro *The Theory of Affordances* (1977), o termo referia-se às propriedades funcionais que determinam a possível utilidade de um objeto ou ambiente. Gibson, no seu trabalho *The Ecological Approach to Visual Perception*¹², aprofunda o conceito e propõe que as “*affordances* do ambiente são aquilo que este oferece a um animal, aquilo que proporciona ou fornece, seja para o bem ou para o mal” (Gibson, 2014, p. 177). Em síntese, *affordances* são relações que existem naturalmente e não têm que ser visíveis, conhecidas ou desejáveis (Norman, 1999). Estas características físicas, positivas ou negativas, imbuídas no ambiente físico que nos rodeia, suscitam relações entre sujeitos e objetos, as quais têm um cariz sobretudo comportamental.

¹² Edição clássica do livro publicado inicialmente em 1979

Outros autores utilizaram o termo *affordance* em contextos educacionais para descrever as relações entre as propriedades de uma intervenção educacional e as características do aluno que permitem a ocorrência de certos tipos de aprendizagem. A Teoria das *Affordances* tem relevância relativamente a ambientes de aprendizagem. Dentro de um paradigma construtivista, o foco central é alterado de uma epistemologia de transmissão para uma de construção. As *affordances* e restrições de um ambiente de aprendizagem influenciam as oportunidades de construção (Dickey, 2003). Bower (2008) propõe uma metodologia para combinar os requisitos das tarefas de aprendizagem com as *affordances* técnicas das tecnologias de informação e comunicação (TIC). Embora as tecnologias em si não causem diretamente a ocorrência de aprendizagem podem suportar um conjunto de tarefas que podem concorrer para a aprendizagem ou proporcionar benefícios aos processos de ensino-aprendizagem (Dalgarno & Lee, 2010).

Em síntese, os autores identificam as seguintes *affordances* dos ambientes virtuais de aprendizagem 3-D (AVA 3-D), nomeadamente:

- Podem ser utilizados para facilitar tarefas de aprendizagem que conduzem ao desenvolvimento de um conhecimento espacial melhorado do domínio explorado.
- Podem ser utilizados para facilitar tarefas de aprendizagem experimentais que seriam impraticáveis ou impossíveis de realizar no mundo real.
- Podem ser utilizados para facilitar as tarefas de aprendizagem que levam ao aumento da motivação intrínseca e envolvimento.
- Podem ser utilizados para facilitar as tarefas de aprendizagem que levam a uma melhor transferência de conhecimentos e habilidades para situações reais através da contextualização da aprendizagem.
- Podem ser utilizados para facilitar as tarefas que conduzem a aprendizagem colaborativa mais rica/mais colaborativa do que é permitido por alternativas 2-D.

É questionável até que ponto ambientes de aprendizagem 3-D têm o potencial para aportar vantagens relativamente a recursos não 3-D. Algumas das características únicas e *affordances* destes ambientes e os benefícios de aprendizagem potenciais ou antecipados são sintetizados na Figura 4-3.

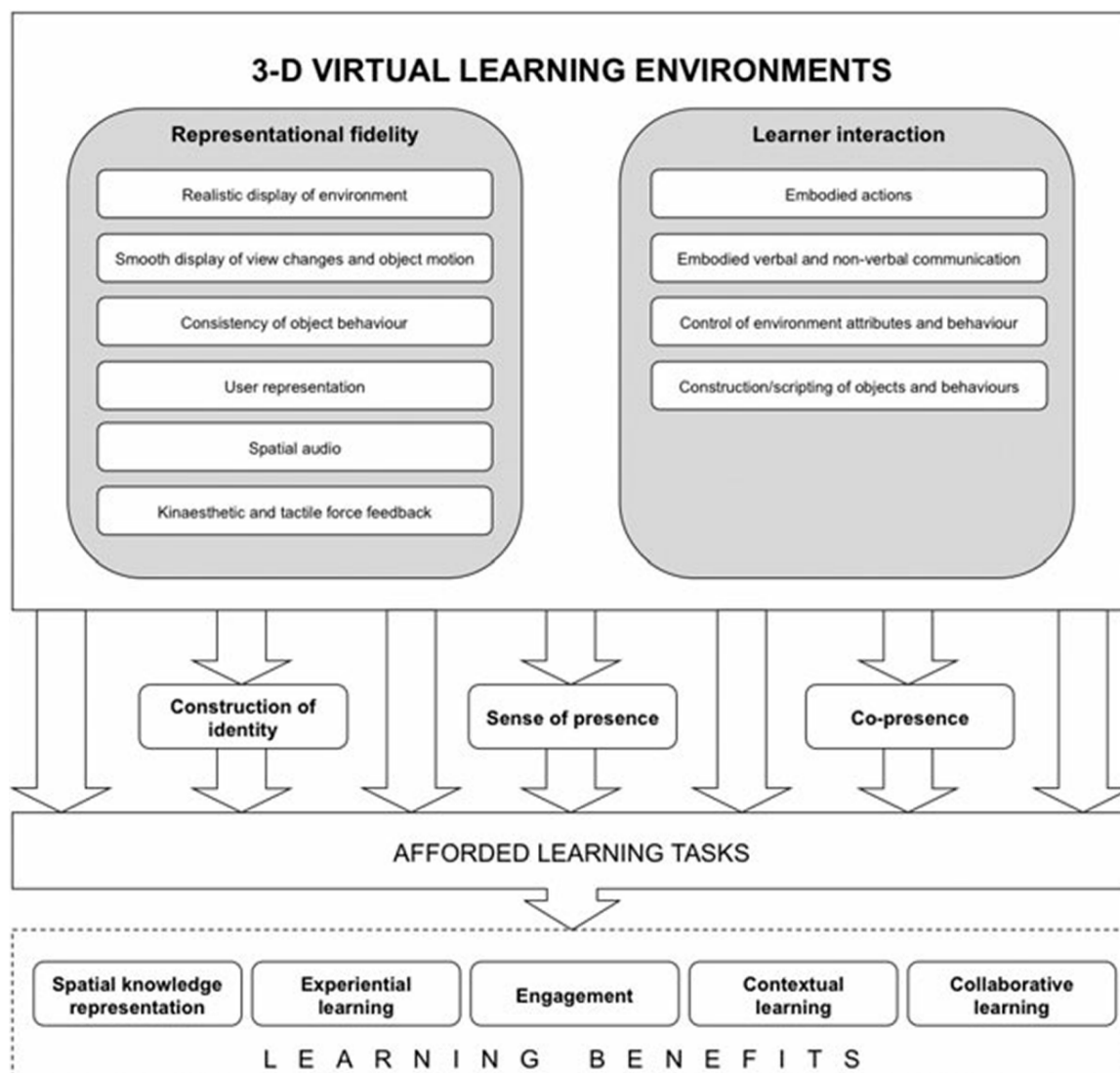


Figura 4-3: Modelo de aprendizagem em ambientes 3-D, caraterísticas únicas e *affordances* (Dalgarno & Lee, 2010).

4.4 Trabalho relacionado

Os MV e a RV têm sido utilizados nos processos de ensino aprendizagem em inúmeras áreas do conhecimento (ciências naturais, medicina, engenharia, línguas, artes e história entre outros) e em diferentes níveis de ensino, desde o jardim-escola a universidades (Sommerauer & Müller, 2014).

4.4.1 Critérios de pesquisa

No sentido de conhecer as aplicações mais recentes dos MV em processos de ensino-aprendizagem, procurou-se identificar estudos relevantes nesta área. A partir da pesquisa realizada conduzida nas bases de

dados Scopus¹³ e ScienceDirect¹⁴, identificamos três tipos de estudo, nomeadamente: Estudos baseados em pesquisa documental, estudos baseados em investigação qualitativa, estudos baseados em investigação quantitativa e em métodos experimentais.

4.4.2 Estudos documentais

Dalgarno e Lee (2010) exploraram os benefícios de ambientes virtuais de aprendizagem a partir de pesquisas publicadas entre 1990 e 2010, identificando um conjunto de características potenciadoras dos processos de ensino-aprendizagem (*learning affordances*). Estas *affordances* incluem a facilitação de tarefas que proporcionam uma melhor representação espacial do conhecimento, melhores oportunidades para aprendizagem experiencial/experimental, maior motivação e envolvimento, melhor contextualização das aprendizagens, um ambiente de aprendizagem colaborativo mais rico e eficaz (comparativamente com as tarefas proporcionadas por ambientes 2-D). Os autores alegam que o desenvolvimento e investimento em jogos 3-D, simulações e mundos virtuais deve ser considerado a base para uma investigação mais aprofundada sobre as relações concretas entre a características únicas dos ambientes de aprendizagem 3-D e os seus potenciais benefícios nos processos de ensino-aprendizagem.

No seu artigo “*Use of three-dimensional (3-D) immersive virtual worlds in K-12 and higher education settings: A review of the research*”, (Hew & Cheung, 2010) analisaram estudos empíricos relacionados com a utilização de mundos tridimensionais em níveis de educação como o k-12 e o ensino superior, procurando responder a um conjunto de questões de partida, nomeadamente: 1 – Como são os MV utilizados por alunos e professores?; 2- Que tipos de metodologias de pesquisa têm sido aplicados?; 3 – Que temas de investigação têm sido realizados sobre MV no ensino e aprendizagem? Os autores concluíram que os MV podem ser utilizados como espaços de comunicação, simulações do ambiente e como espaços experimentais. A maioria dos estudos analisados são de natureza descritiva, e realizados em ambientes de ensino superior, sobretudo nas áreas das artes, saúde e disciplinas ambientais. Os temas de investigação mais comuns relacionam-se com o domínio afetivo dos participantes, os resultados de aprendizagem e interações sociais. Finalmente, os autores sugerem como potenciais áreas de investigação a utilização de avatares e o estudo das *affordances* únicas dos mundos virtuais.

Merchant et al. (2014), na sua meta-análise para examinar o efeito e impacto de *designs* instrucionais no contexto da educação baseada na tecnologia de Realidade Virtual, analisaram um conjunto de estudos na categoria de jogos e MV em níveis de educação k-12 e ensino superior focando os efeitos nas melhorias da aprendizagem. Os autores salientam que o ensino mediado por ambientes de RV implica, não só, elevados custos financeiros e temporais, mas também um esforço na formação de professores para que estes recursos possam ser utilizados com eficácia. Em termos gerais, constataram que os ambientes gamificados não só são mais eficazes que mundos virtuais ou simulações para fins educativos, como a aprendizagem tem um melhor

¹³ www.scopus.com

¹⁴ www.sciencedirect.com

nível de retenção. Por outro lado, os recursos educativos desenvolvidos e aplicados por investigadores proporcionam melhores resultados de aprendizagem nas simulações. Esta conclusão é particularmente importante, pois existem poucas evidências sobre a eficácia da tecnologia de RV como suporte aos processos de ensino-aprendizagem. Em síntese, a meta-análise sustenta que o ensino-aprendizagem baseado em tecnologia de RV é bastante eficaz e melhora a capacidade de retenção de conhecimento a longo termo.

4.4.3 Estudos qualitativos

Dickey (2011) estudou a integração de MV nos processos de ensino-aprendizagem no ensino básico. O seu estudo, de natureza qualitativa, focou as reflexões de um grupo de professores relativamente à sua experiência de utilização do MV *Active Worlds Educational Universe* (AWEDU) e *Second Life* (SL). O autor constata que as dinâmicas e processos envolvidos na aprendizagem são mais que o mero resultado de ferramentas ou tecnologia. Contudo, as *affordances* de um MV podem proporcionar oportunidades para interação e oferecer diferentes ambientes de aprendizagem. Porém, como todas as tecnologias, os MV possuem diferentes potencialidades e constrangimentos. O estudo permitiu identificar potencialidade em ambos os MV, nomeadamente, apresentam-se como ambientes de aprendizagem atraentes e despertaram grande interesse entusiasmo nos utilizadores. Foi também referida a natureza construtivista dos MV, facto consistente com as conclusões de Bers & Cassel (1999). As principais limitações foram encontradas no AWEDU relativamente à impossibilidade de construir objetos únicos, estando esta construção limitada às bibliotecas existentes. No SL, as *affordances* para construir e criar representações visuais eram maiores, mas ironicamente, muitos dos participantes revelaram alguma preocupação relativamente ao facto de este tipo de representação visual única (sobretudo relativamente ao aspeto dos avatares) pudesse funcionar como uma distração desnecessária para os alunos. A segurança, sobretudo no que concerne a conteúdos inadequados à faixa etária dos alunos, foi também apontada como um dos constrangimentos inerentes ao SL, o que não se verifica no AWEDU, um universo dedicado a experiências educacionais.

O estudo proposto por Lan et al. (2014), “*Virtual English Village: A Task-based English learning platform in Second Life*” envolveu alunos do ensino primário numa experiência de cinco meses na qual se procurou expandir as possibilidades do ensino da língua inglesa em horários extracurriculares. A motivação para a aprendizagem da língua inglesa foi avaliada por meio de um questionário neste estudo de cariz qualitativa. Os resultados revelaram que os participantes têm uma perceção positiva da aprendizagem mediada pelo MV. De acordo com o autor, uma plataforma de aprendizagem baseada em MV pode ser uma solução potencial para o problema da falta de ambientes de aprendizagem autênticos e simultaneamente, proporcionar aos alunos um ambiente imersivo para a construção de experiências de aprendizagem mais autênticas.

Outro estudo de natureza qualitativa, “*Musical Journey: A virtual world gamification experience for music learning*” foi apresentado em 2014 por Gomes, Figueiredo, & Amante (2014) na Conferência EduRe’14 - *International Conference on Education, Social and Technological Sciences*. O trabalho foca o desenvolvimento de um MV destinado ao ensino da história da música, ao qual foram acrescentados elementos de gamificação como percussores para uma maior motivação e envolvimento dos alunos no estudo do currículo.

Os autores estudaram as percepções dos utilizadores relativamente a parâmetros de usabilidade e constaram percepções positivas dos utilizadores relativamente a satisfação, facilidade de uso, facilidade de aprendizagem, funcionalidade, consistência e confiança.

Monahan, McArdle, e Bertolotto (2008) abordam o tema do *e-learning* e abordam a RV como uma técnica inovadora para promover a motivação dos alunos. No seu trabalho “*Virtual reality for collaborative e-learning*” descrevem o desenvolvimento de um ambiente colaborativo de aprendizagem baseado em RV e multimédia. No estudo apresentam os resultados de uma investigação preliminar focando parâmetros de usabilidade. Os autores constaram percepções positivas dos utilizadores relativamente a critérios de usabilidade e recetividade do artefacto 3-D como uma interface para o *e-learning*, envolvendo conteúdos multimédia e ferramentas de comunicação.

4.4.4 Estudos experimentais

Em “*Cotton Island: Students’ Learning Motivation Using a VirtualWorld*”, Wyss, Lee, Domina, & MacGillivray (2014) apresentam um ambiente de aprendizagem 3-D e avaliam a motivação dos alunos para a utilização do MV como uma ferramenta de aprendizagem. O estudo baseou-se no modelo ARCS (atenção, relevância, confiança e satisfação) e averiguou aspetos positivos nos resultados da aprendizagem de acordo com os objetivos dos professores. Os resultados mostraram que os alunos tiveram uma experiência positiva em termos de motivação para a aprendizagem e na melhoria dos conhecimentos.

Pellas & Kazanidis (2015), no estudo experimental “*On the value of Second Life for students’ engagement in blended and online courses: A comparative study from the Higher Education in Greece*” compararam o grau de envolvimento de alunos do ensino superior em cenários construtivistas-colaborativos recorrendo a dois formatos (*blended/online*) apoiados na plataforma *Second Life*. O estudo, de natureza quantitativa, envolveu 125 alunos relativamente aos quais se analisaram fatores emocionais, cognitivos e comportamentais. Os resultados revelaram que os participantes envolvidos no formato *online* alcançaram melhores resultados educacionais que os alunos no formato *blended*.

O Quadro 4-1 apresenta uma síntese dos estudos identificados.

Quadro 4-1: Síntese dos estudos focando a utilização de Mundos Virtuais nos processos de ensino-aprendizagem

| Fonte | Título do Artigo | Autores | Keywords |
|----------------------------------|--|-------------------------|------------------------------------|
| Computers & Education | <i>Effectiveness of virtual reality-based instruction on students’ learning outcomes in K-12 and higher education: A meta-analysis</i> | (Merchant et al., 2014) | Pesquisa documental (Meta-análise) |

(continua)

Quadro 4-1 (continuação)

| Fonte | Título do Artigo | Autores | Keywords |
|---|--|------------------------|----------------------------------|
| British Journal of Educational Technology | <i>Use of three-dimensional (3-D) immersive virtual worlds in K-12 and higher education settings: A review of the research</i> | (Hew & Cheung, 2010) | Pesquisa documental |
| British Journal of Educational Technology | <i>What are the learning affordances of 3-D virtual environments?</i> | (Dalgarno & Lee, 2010) | Pesquisa documental |
| Education Tech Research Dev (2011) | <i>The pragmatics of virtual worlds for K-12 educators: investigating the affordances and constraints of Active Worlds and Second Life with K-12 in-service teachers</i> | (Dickey, 2011) | Estudo qualitativo |
| Workshop Proceedings of the 22nd International Conference on Computers in Education, ICCE 2014 | <i>Virtual English village: A task-based English learning platform in second life</i> | (Lan et al., 2014) | Estudo qualitativo |
| EduRE'14 - International Conference on Education, Social and Technological Sciences | <i>Musical Journey: A virtual world gamification experience for music learning</i> | (Gomes et al., 2014) | Estudo qualitativo (usabilidade) |
| Computers and Education | <i>Virtual reality for collaborative e-learning</i> | (Monahan et al., 2008) | Estudo qualitativo (usabilidade) |
| Decision Sciences Journal of Innovative Education | <i>Cotton Island: Students' Learning Motivation Using a VirtualWorld</i> | (Wyss et al., 2014) | Estudo conceptual |

(continua)

Quadro 4-1 (continuação)

| Fonte | Título do Artigo | Autores | Keywords |
|-------------------------|--|----------------------------|---------------------|
| Educ Inf Technol | <i>On the value of Second Life for students' engagement in blended and online courses: A comparative study from the Higher Education in Greece</i> | (Pellas & Kazanidis, 2015) | Estudo experimental |

4.5 Realidade Aumentada

4.5.1 Evolução

A RA existe à décadas nos filmes de ficção-científica, está presente nos *Head-up Displays* (HUD) utilizados pelos militares, e até muito recentemente, era encarada como uma coisa do futuro. Com a emergência e ubiquidade dos dispositivos de computação móveis pessoais (baseados em sistemas operativos como o iOS ou Android) e aplicações acessíveis como a Aurasma¹⁵, Layar¹⁶, Metaio's Junaio¹⁷, ou Wikitude¹⁸ a RA ficou finalmente ao alcance do consumidor comum (Roche, 2011).

4.5.2 Conceito e características

A tecnologia de RA permite que objetos virtuais gerados por computador se sobreponham objetos físicos do mundo real e em tempo real. Essencialmente, a RA é uma variação da Realidade Virtual (RV). Contudo, difere nos seus objetivos fundamentais: Enquanto na RV se procura a imersão do utilizador num ambiente completamente artificial, na RA o utilizador percebe a virtualidade sobreposta ao mundo real. Neste sentido, a RA visa complementar o mundo real em vez de o substituir por completo (Azuma, 1997).

O termo Realidade Aumentada (RA) é vulgarmente usado para descrever o aprimoramento de objetos do mundo real ou imagens através de ações geradas por computador. Uma aplicação de RA pode conter várias funções, sejam dedicadas a interações ou à exibição de conteúdos. Um museu pode ser um bom exemplo do que a RA pode fazer pelo utilizador. Neste ambiente, um pequeno código de barras na base de um determinado objeto pode ser lido por um dispositivo de computação móvel portátil (*smartphone* ou *tablet*) devolvendo uma descrição completa e interativa desse mesmo objeto. Poderia explicar como e quando foi feito, bem como a possibilidade de ver outras obras do artista. Esta interação poderia facilmente estender-se a um mapa do museu, assinalando onde essas obras estão localizadas, permitindo seguir o mapa até essas localizações. Estas

¹⁵ www.aurasma.com

¹⁶ www.layar.com

¹⁷ www.junaio.com

¹⁸ www.wikitude.com

possibilidades podem alargar-se facilmente a outros ambientes, atividades ou locais, desde um restaurante a uma biblioteca. Estas ações implicam a utilização da câmara do dispositivo de computação móvel como *scanner* dessa área, exibindo em sobreposição virtual as localizações das mesmas. Estes elementos digitais sobrepostos ao mundo real permitem diversos tipos de interação. Na realidade, o tipo de aplicações da RA está apenas limitado pela imaginação do *designer* e pelas capacidades do dispositivo de computação móvel (Ward, 2012).

Autores como Milgram e Kishino (1994) propõem a RA como um ambiente de realidade-mista, em que uma parte pertence ao mundo real e outra é puramente virtual. Contudo, neste *continuum*, o ambiente real é preponderante em relação à virtualidade, Figura 4-4.

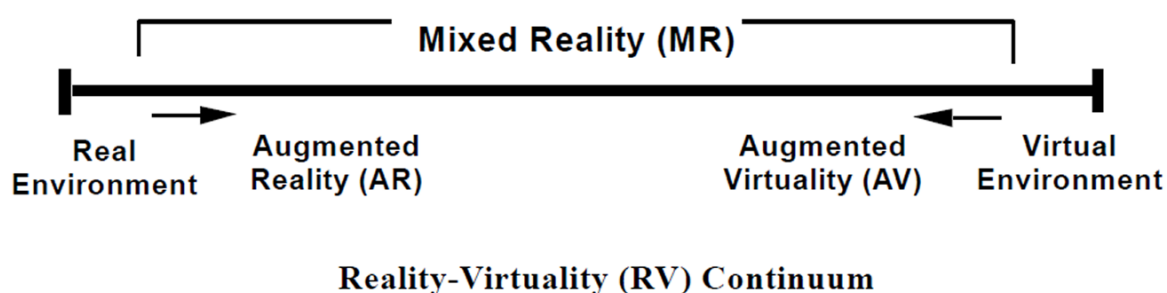


Figura 4-4: *Continuum Realidade-Virtualidade de Milgram.*

Na procura de classificar as inúmeras aplicações de RA, Azuma (1997), no trabalho “*A Survey on Augmented Reality*” constatou que três características são recorrentes nas aplicações de RA, nomeadamente:

- Combinam o mundo real e o virtual;
- Permitem interação em tempo real;
- Permitem visualizar objetos em três dimensões.

Madden (2011) aprofunda esta classificação propondo que a RA é uma tecnologia que permite:

- Combinar o mundo real com gráficos gerados por computador;
- Proporcionar interação com objetos em tempo real;
- Seguir/acompanhar objetos em tempo real;
- Proporcionar a identificação/reconhecimento de imagens ou objetos;
- Providenciar contextos ou dados em tempo real.

A evolução constante na área da tecnologia e de computadores permitiu a proliferação de dispositivos de computação móveis pessoais como *smartphones* e *tablets*. As aplicações de RA atuais recorrem a estes dispositivos, tirando partido das suas características-chave, como sensores de geoposicionamento (GPS), câmaras embutidas e acesso à internet permanente (Sommerauer & Müller, 2014).

As possibilidades oferecidas pela RA, entre elas a combinação de elementos do mundo virtual com objetos virtuais, a possibilidade de interação em tempo real e a visualização em 3-D oferecem *affordances* únicas em contextos de ensino-aprendizagem. Sem substituir completamente o mundo real, a RA permite ao utilizador diferentes pontos de vista e interatividade com conteúdos multimédia. A vista composta (real-virtual) permite percecionar aumentações sobrepostas a lugares, espaços ou objetos. Estas características permitem novas abordagens de ensino, melhorando fatores como eficácia e atração e alterando o modo como interagimos com os objetos de aprendizagem (Kesim & Ozarslan, 2012).

O Relatório *Horizon* 2012 previa que educação seria uma das áreas mais promissoras para a educação em médio prazo. No relatório a RA era retratada como uma tecnologia emergente com grande relevância para o ensino-aprendizagem e previa uma larga adoção em 2015 (“NMC Horizon Report: 2012 higher education edition,” 2012). No contexto do ensino público em Portugal a RA não tem sido usada como uma abordagem inovadora a nos processos de ensino-aprendizagem, tendo a sua utilização sido observada por um conjunto reduzido de investigadores.

4.5.3 *Affordances* da Realidade Aumentada

Os interfaces de RA suportam modelos de computação omnipresentes. Os alunos, através dos seus dispositivos de computação móvel (como *smartphones* ou *tablets*) com acesso a redes sem fios, podem aceder a informação virtual sobreposta a conteúdos do mundo real. Este tipo de imersão mediada permite infundir recursos digitais no mundo real, aumentando as experiências e interações dos alunos. Dede (2005) descreve como estilos de aprendizagem podem ser afetados por interfaces de RA e ambientes multiutilizadores do seguinte modo:

- Fluência em diversos tipos de *media*;
- Aprendizagem baseada na exploração e pesquisa;
- Aprendizagem ativa baseada em experiências (reais ou simuladas) que incluem diversas oportunidades de reflexão;
- Possibilidade de expressão através de redes não lineares

Algumas das *affordances* únicas da RA incluem o realismo proporcionado pela preponderância do mundo real, a possibilidade de os utilizadores poderem dialogar face-a-face e a capacidade de aprendizagem cinestética proporcionada pela liberdade de movimento físico (Dunleavy, Dede, & Mitchell, 2009).

A RA, enquanto ambiente de realidade mista ou realidade melhorada, apresenta características muito interessantes em contextos educacionais. O seu potencial e *affordances* pode ser ampliado quando um sistema de RA é desenhado para conectar diferentes tipos de tecnologias. Em síntese, a RA apresenta as seguintes *affordances*:

- A RA permite o acesso conteúdos de aprendizagem em perspetivas tridimensionais (3-D);

- Possibilita aprendizagens onnipresentes, colaborativas e situadas;
- Proporciona aos utilizadores um sentido de presença, imediatismo e imersão;
- Torna o invisível visível: a conjugação de um dispositivo de visualização (*smartphone* ou *tablet*, por exemplo) e de uma *app* (aplicação) permite visualizar conteúdos digitais sobrepostos a objetos do mundo real.
- Estabelece uma ponte entre contextos de aprendizagem formais e informais.

4.6 Trabalho relacionado

4.6.1 Critérios de pesquisa

Ao longo do tempo a educação tem procurado integrar a tecnologia mais recente nos processos de ensino-aprendizagem. Tecnologias como o rádio, televisão, vídeo e internet foram utilizadas como suportes para o desenvolvimento e transmissão de conteúdos educativos. Nos anos mais recentes, fruto dos contínuos avanços tecnológicos na área dos computadores, tecnologias como a RV e a RA tornaram-se acessíveis aos consumidores em larga escala, tendo sido utilizadas numa variedade de áreas, desde a indústria do entretenimento, à publicidade e naturalmente à educação, entre outros. Para conhecer algumas das utilizações mais recentes da RA em contextos educativos, foi realizada uma pesquisa sumária em duas bases de dados, nomeadamente *Scopus* e *ScienceDirect*. Como critérios gerais de pesquisa, recorremos ao termo “*augmented reality*” e “*education*”, pesquisando nos campos “artigo”, “resumo” e “palavras-chave” de artigos científicos publicados entre 2010 e 2015, na área da Ciências sociais e Humanidades. Estes critérios permitiram selecionar 81 artigos. Desses, selecionamos o que julgamos mais relevantes para o contexto do presente estudo.

4.6.2 Estudos relevantes

Wei, Weng, Liu, & Wang (2015) no seu estudo “*Teaching based on augmented reality for a technical creative design Course*” utilizam uma abordagem baseada no modelo ARCS para introduzirem dois recursos de aprendizagem com o objetivo de melhorarem a motivação para a aprendizagem e a criatividade dos alunos. O estudo revelou que a motivação dos alunos melhorou significativamente com a introdução da tecnologia de RA.

O estudo “*Interactive augmented reality system for enhancing library instruction in elementary schools*” apresentado por Chen & Tsai (2012) foca a introdução de um sistema de ensino baseado no computador recorrendo à tecnologia de RA para ensinar competências básicas na área das bibliotecas a alunos do ensino primário. Os resultados experimentais demonstraram que o desempenho dos alunos melhorou significativamente como resultado da utilização do sistema proposto.

O tópico da melhoria da aprendizagem alicerçada na RA é endereçado por Lu & Liu (2014) no seu estudo “*Integrating augmented reality technology to enhance children’s learning in marine education*”. Este

estudo adapta conceitos de gamificação no desenvolvimento de um programa de aprendizagem suportado pela tecnologia de RA para crianças do ensino primário. Através de uma metodologia de pesquisa quase-experimental, os autores constataram que (1) os alunos mostraram altos níveis de confiança e satisfação relativamente às atividades de aprendizagem propostas, (2) adquiriram o conhecimento pretendido e (3) o programa ajudou em particular alunos com baixos níveis de sucesso a melhorar o seu desempenho académico.

Ibáñez, Di Serio, Villarán, & Delgado Kloos (2014) constataram que apesar de inúmeros autores suportarem a tese de que a RA tem grande potencial afetivo e cognitivo na aquisição de aprendizagens, poucos estudos se debruçam sobre a comprovação efetiva destes pressupostos. No seu estudo “*Experimenting with electromagnetism using augmented reality: Impact on flow student experience and educational effectiveness*” os autores apresentam um estudo experimental, incluindo um grupo de controlo e um grupo experimental no qual procuram avaliar a aquisição de conhecimento dos alunos. O estudo sugere que a RA pode ser explorada como um ambiente de aprendizagem eficaz, contribuindo para melhores resultados de aprendizagem comparativamente com métodos de ensino tradicionais e outras formas de ensino mediadas por tecnologia. Os autores mencionaram um problema de usabilidade relacionado com a necessidade de os participantes utilizarem os *tablets* e os objetos reais simultaneamente, tendo sugerido a utilização de suportes para os *tablets* como forma de reduzir a sobrecarga cognitiva.

Wojciechowski & Cellary (2013) propuseram o sistema ARIES para a criação e apresentação de imagens 3-D recorrendo à tecnologia de RA. No seu estudo, recorrendo ao *Technology Acceptance Model* (TAM), procuraram perceber as atitudes de alunos do ensino secundário relativamente às aprendizagens realizadas no sistema. A utilidade percebida e satisfação tiveram um efeito comparável na atitude para a utilização de ambientes de aprendizagem baseados em RA.

Procurando estudar ambientes de aprendizagem baseados na RA em ambientes naturais, fora do laboratório, Cuendet, Bonnard, Do-Lenh, & Dillenbourg (2013) no seu artigo “*Designing augmented reality for the classroom*” estudaram o efeito da RA em contexto de sala de aula focando sistemas utilizados em práticas letivas regulares e codesenvolvidos com professores. Os autores, apresentam as características emergentes dos ciclos de prototipagem e testes, procurando a sua abstração em princípios de *design*.

Gomes, Figueiredo, Amante, & Gomes (2015) no seu estudo “*Augmented Reality Exhibition Depicting the Aesthetic Periods of Music History*” introduziram uma abordagem aos processos de ensino-aprendizagem em contexto informal, descrevendo o desenvolvimento de uma exposição interativa focando os Períodos Estéticos da História da Música, destinada a alunos do 2.º Ciclo do ensino Básico em Portugal. O estudo incide no fator motivação como estratégia para melhoria das aprendizagens na área curricular de Educação Musical. Como resultados da observação direta conduzida durante o período da exposição, constatou-se que a mesma despertou grande interesse e curiosidade entre alunos e professores, estando em curso investigação para perceber fatores de usabilidade, motivação e melhorias educacionais decorrentes da mesma.

O Quadro 4-2 sintetiza as utilizações de RA em contextos educativos identificadas.

Quadro 4-2: *Síntese da utilização da RA em contextos educativos*

| Pesquisa | Tecnologia utilizada | AR | Caraterísticas relevantes | <i>Affordances</i> |
|---|---|----|--|--|
| Wei, Weng, Liu, & Wang (2015) | Computador. <i>Webcam.</i> Algoritmo de reconhecimento de objetos/imagens sem recorrer a marcadores ¹⁹ . | | Interação. Imersão. Navegação. | Espacialidade e temporalidade. Colaboração. Motivação. Aprendizagem experimental. Memorização. |
| Chen & Tsai (2012) | <i>Webcam.</i> Marcadores impressos. | | Interação. | Espacialidade e temporalidade. Motivação e interesse. Aprendizagem melhorada. |
| Lu & Liu (2014) | Marcadores impressos. <i>Webcam.</i> | | Interação. | Colaboração. Motivação. Aprendizagem inovadora. Aprendizagem melhorada. |
| Ibáñez et al. (2014) | Marcadores fiduciais. Dispositivos móveis. | | Imersão. Navegação. Interação/Manipulação. | Espacialidade e temporalidade. Motivação. Aprendizagem motivada. |
| Wojciechowski & Cellary (2013) | Computador. Marcadores impressos. <i>Webcam.</i> | | Interação. | Espacialidade. Motivação. Aprendizagem motivada. |

(continua)

¹⁹ *Markerless registration approach.*

Quadro 4-2 (continuação)

| Pesquisa | Tecnologia AR utilizada | Caraterísticas relevantes | <i>Affordances</i> |
|-----------------------------|---|---------------------------|--------------------------------------|
| Cuendet et al (2013) | <i>Tablet.</i> | Imersão. | Espacialidade. |
| | Marcadores fiduciais. | Interação. | Colaboração. |
| | | Navegação. | Aprendizagem situada. |
| Gomes et al (2015) | <i>Tablet.</i> | Imersão. | Espacialidade/temporalidade. |
| | <i>Smartphone.</i> | Interação. | Colaboração. |
| | Algoritmo de reconhecimento de imagens/objetos sem recorrer a marcadores. | Navegação. | Motivação. |
| | | | Aprendizagem em contextos informais. |

Em síntese, constata-se que a utilização de RA em ambientes de ensino aprendizagem pode contribuir para uma maior motivação, melhor percepção espaço-temporal de conteúdos, melhor colaboração, melhor interesse e envolvimento, melhor memorização e para uma aprendizagem situada em ambientes de ensino formais ou informais.

5. Plataformas de Realidade Aumentada

No capítulo 5 – Plataformas de Realidade Aumentada -, introduzem-se algumas das principais plataformas e ferramentas de suporte ao desenvolvimento de conteúdos de RA. O subcapítulo 5.1 introduz as plataformas de RA. O subcapítulo 5.2 apresenta a plataforma Aurasma. O subcapítulo 5.3 apresenta a plataforma Vuforia. O subcapítulo 5.4 apresenta a plataforma Metaio. O subcapítulo 5.5 apresenta a plataforma Wikitude e o subcapítulo 5.6 a plataforma Layar. Finalmente, no subcapítulo 5.7 sintetizam-se as principais características destas plataformas.

5.1 Introdução

Existe atualmente um conjunto significativo de sistemas destinados à criação e visualização de experiências de RA, como por exemplo as plataformas Aurasma, Vuforia²⁰, Metaio, Layar, e Wikitude, Figura 5-1.



Figura 5-1: Plataformas de Realidade Aumentada.

Estas plataformas oferecem a possibilidade de criação e visualização de conteúdos aumentados. As plataformas Aurasma, Vuforia, Metaio, Wikitude e Layar disponibilizam um *Software Development Kit* (SDK) com diferentes vantagens e desvantagens, que permite aos utilizadores com conhecimentos de programação criar experiências de RA mais elaboradas. Para não-programadores, plataformas como Aurasma, Metaio, Wikitude e Layar disponibilizam pacotes de *software* que permite a criação de RA com grande facilidade, contudo, as versões completamente funcionais envolvem custos significativos. As experiências de RA podem conter elementos multimédia como vídeos, sons, modelos/cenas em três dimensões, hiperligações, imagens e gráficos. A interatividade com os conteúdos de RA é assegurada através da função “touch” suportada pelos *smartphones* ou *tablets*. A utilização da RA abrange atualmente um conjunto significativo de áreas como a

²⁰ <https://developer.vuforia.com>

publicidade, divulgação de produtos, visualização de objetos, catálogos, georreferenciação, pontos de vendas, publicações impressas, eventos, educação, museus, parques, etc.

5.2 Aurasma

Ao permitir a sobreposição de objetos virtuais sobre objetos físicos, a RA permite ver e interagir com o mundo de uma maneira inovadora. O processo de sobreposição pode ser obtido utilizando a ferramenta em linha “Aurasma *Studio*”²¹ e a visualização das “auras”²² é obtida pela utilização da *app* Aurasma, disponível para dispositivos de computação móveis (DCM), como *smartphones* e *tablets* baseados em sistemas operativos Android ou iOS. Para a criação de experiências de RA mais sofisticadas, é necessário o acesso ao *plug-in* e SDK. Contudo, torna-se necessário adquirir uma conta comercial para esse efeito. A tecnologia de RA proporcionada pela plataforma Aurasma requer um DCM com um processador ARM ou x86 potente, uma câmara traseira com autofocus (de preferência) e sistema operativo Android ou iOS.

5.3 Vuforia

A plataforma Vuforia²³ utiliza um eficiente algoritmo de reconhecimento oferecendo uma gama de características e capacidades que proporcionam aos utilizadores liberdade total para a criação dos seus projetos de RA sem qualquer limitações técnicas. A plataforma suporta os sistemas Android, iOS e Unity 3D e permite o desenvolvimento de aplicações nativas facilmente acessíveis através de uma larga gama de DCM. O desenvolvimento de experiências de RA conta com três opções de licenciamento: *Starter* – Acesso completo à plataforma Vuforia sem custos, com a imposição de uma marca de água; *Classic* – Reconhecimento sem limites com custos previsíveis por aplicação e *Cloud* – Um serviço de reconhecimento formatado para múltiplas áreas e atualizações frequentes. A plataforma oferece condições especiais para educação mediante contacto privilegiado. O SDK Vuforia é suportado por dispositivos Android com versões do sistema operativo iguais ou superiores à versão 2.3 e com um processador ARM7a. Os dispositivos iOS suportados incluem iOS5 e iOS7 no iPhone4S, iPhone5, iPodTouch 4.^a geração, iPad2, iPad 3.^a geração e iPad 4.^a geração. No que concerne ao Unity 3D, os *designers* podem consultar uma lista atualizada de dispositivos suportados pelo motor de jogo Unity em www.unity3d.com.

5.4 Metaio

A plataforma Metaio, recentemente adquirida pela Apple manterá as funcionalidades, programas e aplicações até dezembro de 2015. Os produtos atualmente disponíveis consistem no “Metaio Creator”, uma

²¹ <https://studio.aurasma.com/login>

²² Designação para a experiência de Realidade Aumentada.

²³ <https://www.qualcomm.com/>

ferramenta de autoria de RA de fácil utilização, utilizando os melhores algoritmos de reconhecimento visual e com o potencial de permitir a criação de experiências de RA em alguns minutos; o “Metaio SDK”, uma estrutura modular, incluindo o componente de captura, o componente do interface do sensor, o componente de processamento, o componente de rastreamento e a interface Metaio SDK. A interface proporciona a interação entre a aplicação e os outros componentes modulares; a “Metaio Suite”, uma solução completa de RA que combina todos os produtos da empresa; a “Metaio Cloud”, um sistema de alojamento para utilizadores das ferramentas “Metaio Creator” e “Metaio SDK”; e o “Metaio CVS”, um sistema de correspondência de imagens e padrões, que permite a criação de uma base de dados com até um milhão de entradas passíveis de utilizar em correspondências com os conteúdos de RA desenvolvidos. Os requisitos para o sistema Android incluem um processador x86 ou ARMv7, OpenGL ES 2.x, câmara com resolução mínima de 320x240 pixéis e ecrã com uma resolução mínima de 480x320 pixéis. Adicionalmente, para atividades que exijam sensores de localização e orientação, é necessário acelerómetro/sensor de gravidade, sensor magnético e giroscópio. A versão mínima de *software* é a 2.3.3 ou superior. Para sistemas iOS os requisitos mínimos são o iPhone3GS e sistema operativo iOS5.0 ou superior. Na plataforma Windows, os requisitos mínimos são uma câmara com uma resolução mínima de 3 megapixéis e ecrã, versões Windows XP/Vista/7 ou e OpenGL. A versão Windows 8 RT não é suportada. O motor de jogo Unity 3D é suportado pelo Metaio SDK nas plataformas Android, iOS, OSX (32-bit) e Windows (renderização OpenGL).

5.5 Wikitude

Wikitude é uma plataforma independente, livre e caracterizada por conteúdos de RA caracterizados por um excelente nível de funcionalidade e fiabilidade. A criação de conteúdos de RA pode ser obtida pela utilização do “Wikitude AR SDK” e por um conjunto de produtos complementares que suportam um elevado número de diferentes aplicações de RA. A comunidade de *developers* ativos ultrapassa os 50.000 e a companhia tem clientes em mais de 100 países. Para além do SDK, a empresa oferece o Wikitude Studio, uma ferramenta de fácil utilização que não requer conhecimentos de programação. O SDK e a ferramenta Wikitude Studio estão disponíveis em *trial*, impondo a colocação de uma marca de água nos conteúdos desenvolvidos. Os requisitos mínimos em sistemas Android requerem versões do sistema operativo 4.0 ou superiores, bússola, GPS, acelerómetro, câmara traseira e OpenGL 2.0. para dispositivos iOS, a versão mínima do sistema é a 6.0, bússola, GPS, acelerómetros e câmara traseira. O SDK também corre no Epson Moverio BT-200, nos Google Glass e no Vuzix M100²⁴.

²⁴ <http://www.wikitude.com/external/doc/documentation/latest/phonegap/supporteddevices.html>

5.6 Layar

A plataforma Layar²⁵, lançada na Holanda em 2009 rapidamente se posicionou como um dos primeiros *browsers* de RA no mercado. Atualmente, Layar é parte do grupo Blippar²⁶ e apresenta-se como um dos líderes mundiais em RA e impressão interativa. O SDK está disponível para teste gratuitamente durante um período de 30 dias, findo o qual todos os conteúdos de RA desenvolvidos serão inacessíveis, a menos que uma licença seja adquirida. O Layar SDK está disponível para plataformas Android e iOS e pode ser utilizado com as ferramentas Creator e Layar Developer API. A utilização e integração do SDK para o desenvolvimento de conteúdos de RA exige bons conhecimentos de programação. Requer sistemas Android com versões do sistema operativo igual ou superior à 2.2 e sistemas iOS 5.1 ou superior.

5.7 Síntese

Este conjunto de plataformas oferece amplas possibilidades de criatividade, mas não são isentas de constrangimentos, apresentando características diferentes. Sintetizamos as principais características destas plataformas no Quadro 5-1.

Quadro 5-1: *Requisitos, ferramentas e custos das plataformas Aurasma, Vuforia, Metaio, Wikitude e Layar*

| Plataforma | Requisitos | Ferramentas/apps | Custos/limitações |
|----------------|--|--|--|
| Aurasma | <i>Smartphone</i> ou <i>Tablet</i> com: . Processador ARM ou x86; . Câmara traseira, com autofocus; Sistema operativo: . Android 4.0 ou superior; . iOS 7.0 ou superior | . App Aurasma . Aurasma SDK . Aurasma Studio | Sem custos: . Criação de uma conta no Aurasma Studio; . Criação de um número ilimitado de auras no Aurasma Studio; . Partilha ilimitada de auras com outros utilizadores. |

(continua)

²⁵ <https://www.layar.com/>

²⁶ <https://blippar.com/en/>

Quadro 5-1 (continuação)

| Plataforma | Requisitos | Ferramentas/apps | Custos/limitações |
|----------------|---|--|---|
| Vuforia | <p>O SDK Vuforia é suportado por versões do sistema operativo Android 2.3 ou superior;</p> <p>O ambiente de desenvolvimento recomendado é o Microsoft Windows 7 ou 8 32/64 bit;</p> <p>Os componentes para a construção do código (JDK, Eclipse+ADT e gcc) são possíveis em plataformas Linux Ubuntu 10.10 ou Mac OS X 10.6 ou superior, mas não é disponibilizada documentação detalhada para as mesmas.</p> | <p>. Xcode</p> <p>. Eclipse</p> <p>. Unity</p> | <p>Sem custos:</p> <p>. Starter (com marca de água)</p> <p>Pago:</p> <p>. Classic²⁷ (pagamento único de 452€)</p> <p>. Cloud (de 89€ a 905€ por mês)</p> <p>. Outras opções baseadas no sistema de “recognitions”²⁸</p> |

(continua)

²⁷ Informação consultada em 13-07-2015 em <https://developer.vuforia.com/pricing>

²⁸ Quando o sistema de reconhecimento na nuvem identifica uma imagem, conta um reconhecimento

Quadro 5-1 (continuação)

| Plataforma | Requisitos | Ferramentas/apps | Custos/limitações |
|---------------|---|--|----------------------------|
| Metaio | <p>Requisitos para o <i>software</i> Metaio Creator 6.x:</p> <ul style="list-style-type: none"> . Windows Vista/ Windows 7/ Windows 8 (32 e 64 bit) . Mac OS x 10.8 ou superior <p>Requisitos para o Metaio SDK:</p> <p>Android:</p> <ul style="list-style-type: none"> . Processador ARMv7 ou x86; . OpenGL ES 2.x; . Câmara com um mínimo de 320x240 pixéis; . Ecrã com uma resolução mínima de 480x320 pixéis. . Acelerómetro/ sensor de gravidade; . Sensor magnético; . Giroscópio (opcional); . Versões do sistema operativo 2.3.3 ou superior. <p>iOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> . No mínimo iPhone3GS; . Versões do sistema operativo 5.0 ou superior. | <ul style="list-style-type: none"> . Metaio Creator . Metaio SDK . Metaio Suite . Metaio Cloud . Metaio CVS <p>Nota: os produtos Metaio não estão disponíveis para aquisição devido ao processo de aquisição²⁹ da companhia pela Apple</p> | Sem informação disponível. |

(continua)

²⁹ https://www.metaio.com/product_support.html

Quadro 5-1 (continuação)

| Plataforma | Requisitos | Ferramentas/apps | Custos/limitações |
|-----------------|--|--|---|
| Wikitude | <p>O Wikitude SDK corre em dispositivos que correspondam aos seguintes requisitos mínimos:</p> <p>Android:</p> <ul style="list-style-type: none"> . Versão 4.0 ou superior; . Bússola; . GPS ou sistema de posicionamento por rede; . Acelerómetro; . Câmara traseira; . Open GL 2.0 <p>iOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> . Versão 6.0 ou superior; . Bússola; . GPS ou sistema de posicionamento por rede; . Acelerómetro; . Câmara traseira. <p>Epson Moverio BT-200.</p> <p>Google Glass.</p> <p>Vuzix M100.</p> | <ul style="list-style-type: none"> . App Wikitude . Wikitude SDK | <p>Sem custos:</p> <ul style="list-style-type: none"> . Trial sem limite de tempo com a inclusão de marca de água <p>Pago:</p> <ul style="list-style-type: none"> . SDK Pro³⁰ (1980€por ano); . Pro + Unlimited (4490€por ano). |

(continua)

³⁰ Consultado em 13-07-2015 em <https://www.wikitude.com/store/>

Quadro 5-1 (continuação)

| Plataforma | Requisitos | Ferramentas/apps | Custos/limitações |
|--------------|--|---|--|
| Layar | <p>Layar API e plataforma em linha:</p> <ul style="list-style-type: none"> . Qualquer computador com acesso à internet e <i>browser</i> recente <p>Layar SDK:</p> <p>Android:</p> <ul style="list-style-type: none"> . Versão 2.2 ou superior; . Câmara traseira <p>iOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> . Versão 5.1 ou superior; . Open GL ES 2; | <ul style="list-style-type: none"> . Layar Creator . Layar Vision . Layar Developer API . Layar SDK | <p>Sem custos:</p> <p>Layar SDK (30 dias, após os quais os conteúdos criados serão acessíveis apenas mediante a aquisição do produto).</p> <p>Pago:</p> <ul style="list-style-type: none"> . Basic (3€por página/ 30 dias); . Pro (30€por página/ 1 ano); . Premium (300€/mês, sem incluir o custo de páginas). |

Por outro lado, estas plataformas encerram um conjunto de funcionalidades específicas relativamente ao seu potencial de criação de experiências de RA, bem como vantagens e desvantagens. Sintetizamos esta informação no Quadro 5-2.

Quadro 5-2: *Potencial, vantagens e desvantagens das plataformas Aurasma, Vuforia, Metaio, Wikitude e Layar*

| Plataforma | Potencial de criação de RA | Vantagens | Desvantagens |
|----------------|--|---|---|
| Aurasma | <p>. Permite a utilização de imagens, objetos ou mesmo localizações físicas e sobreposição de conteúdos digitais interativos como vídeo, animações, e cenas 3-D;</p> <p>. As auras podem ser identificadas pelo logótipo da companhia em revistas, jornais, livros, embalagens de produtos e roupas e acessíveis em qualquer DCM no qual a <i>app</i> Aurasma tenha sido instalada previamente;</p> <p>. Permite a localização de auras próximas no mapa do dispositivo;</p> <p>. Permite pesquisa e navegação apresentando as auras mais populares.</p> | <p>. <i>app</i> livre de custos;</p> <p>. Aurasma Studio livre de custos/limitações;</p> <p>. Não exige conhecimentos de programação;</p> <p>. Disponibiliza ferramentas simples para o desenvolvimento de conteúdos de RA;</p> <p>. Permite a criação de auras a partir de milhares de animações digitais disponíveis na plataforma;</p> <p>. Permite a criação de auras personalizadas;</p> <p>. Permite “aumentar” livros de texto;</p> <p>. Suporta trabalhos de projeto em contextos educativos.</p> | <p>. Sem possibilidade de programação: algoritmos lógicos e comportamentos limitados ou pré-definidos</p> |

(continua)

Quadro 5-2 (continuação)

| Plataforma | Potencial de criação de RA | Vantagens | Desvantagens |
|-----------------|--|--|---|
| Vuforia | . Serviço de reconhecimento de imagens | . Sistema robusto de desenvolvimento . Suporta o motor de jogo Unity | . Exige conhecimentos avançados de programação; . Marca de água . Custos de aquisição |
| Metaio | . (informação não disponível) | . (informação não disponível) | . (informação não disponível) |
| Wikitude | . Serviço de RA baseado em geolocalização; . Renderização de modelos 3-D; . Otimização para <i>Smart Glasses</i> ; . Serviço de reconhecimento de imagem; Extensões para Adobe PhoneGap, Appcelerator Titanium e Xamarin | . app livre de custos; . SDK versátil e robusto. | . Exige conhecimentos de programação; . Custos de aquisição. |
| Layar | . Serviço de reconhecimento de imagens; . Serviço de RA baseado em geolocalização; . Interface de utilizador personalizável; . PhoneGap <i>plugin</i> | . app livre de custos; . SDK versátil; . Estatísticas de utilização. | . Exige conhecimentos de programação; . Custos de aquisição. |

Em contextos educativos, a facilidade de utilização e isenção de custos é um fator chave, pelo que a plataforma Aurasma foi a escolhida para a criação das experiências de RA subjacentes à presente investigação.

ESTUDO EMPÍRICO

6. Metodologia

No capítulo 6 – Metodologia -, abordam-se as opções metodológicas utilizadas no contexto da investigação. O subcapítulo 6.1 sintetiza as opções metodológicas equacionadas e implementadas. O subcapítulo 6.2 apresenta em linhas gerais o paradigma do Desenho centrado no Utilizador (DCU) e o subcapítulo 6.3 apresenta a modalidade de *Development Research* (DR). No subcapítulo 6.4 sintetizam-se as etapas em que decorreu a investigação, constituída por três fases, nomeadamente: A fase um - investigação preliminar - visa conhecer as perceções de professores de Educação Visual sobre as áreas do manual escolar (ME) Imaginate a intervir com a tecnologia de Realidade Aumentada (RA) e o estudo da corrente utilização dos alunos de dispositivos de computação móvel (DCM) e as suas perceções relativamente a estes dispositivos em termos de interesse/satisfação e valor/utilidade. A fase dois - estudo das atitudes e perceções dos alunos relativamente aos protótipos -, a qual visa conhecer perceções e atitudes dos alunos relativamente a parâmetros de satisfação, facilidade de utilização, facilidade de aprendizagem, valor/utilidade, funcionalidade/consistência do interface e confiança. A terceira fase consiste num estudo comparativo experimental concebido para perceber a eficácia educacional de um ME aumentado versus um ME tradicional.

6.1 Opções metodológicas

A presente investigação assenta nos princípios associados ao *Design* Centrado no Utilizador³¹ (DCU) e descreve o desenvolvimento e implementação de protótipos baseados na tecnologia de Realidade Aumentada (RA) aplicados a um manual escolar de Educação Visual (EV) do 2.º Ciclo do Ensino Básico em Portugal – Imaginate – Porto Editora.

Este é na sua essência um estudo descritivo, de natureza qualitativa baseado no paradigma do DCU e na metodologia de Investigação-ação. Para a realização do estudo recorreremos a uma triangulação de métodos e técnicas, nomeadamente a entrevista semiestruturada, o inquérito por questionário, e a observação direta.

O estudo engloba três fases, respetivamente:

Investigação preliminar

A investigação preliminar engloba:

- Entrevistas com professores de EV (Anexo I).
- Questionário focando o atual nível de utilização de dispositivos de computação móveis (DCM) pelos alunos e as perceções de valor/utilidade atribuídas aos mesmos (Anexo II).

Estudo das atitudes e perceções dos alunos relativamente aos protótipos

³¹ Tradução do termo inglês “*User-centered design*”.

O estudo engloba:

- Questionário abordando parâmetros de satisfação, facilidade de utilização, facilidade de aprendizagem, valor/utilidade, funcionalidade/consistência do interface e confiança (Anexo III)

Estudo comparativo experimental

O estudo experimental foi desenhado para perceber quais as alterações em termos de aprendizagem decorrentes da aplicação dos protótipos. Para esse fim, idealizamos e implementamos um estudo comparativo para o qual dividimos uma turma em dois grupos (A – grupo de controlo e B – grupo experimental), cada um correspondendo à abordagem a estudar, respetivamente a utilização do ME tradicional e a utilização do ME aumentado através da tecnologia de RA.

O estudo comparativo experimental englobou:

- Pré-teste e pós-teste de avaliação de conhecimentos (Anexo IV).
- Guião de aplicação para os grupos A e B (Anexo V e VI).
- Protótipos de RA³²
- Grelha de observação direta (Anexo VII)

6.2 Desenho Centrado no Utilizador

O termo “Desenho Centrado no Utilizador” tem origem no trabalho de Donald Norman iniciado nos anos 80. Depois da publicação do livro *User-Centered Design: New Perspectives on Human-Computer Interaction*, Norman aprofundou este conceito no livro “*The Psychology Of Everyday Things*” no qual reconhece as necessidades e interesses dos utilizadores e foca a usabilidade do desenho. O autor oferece quatro sugestões básicas para um desenho ideal:

- Tornar fácil determinar que ações são possíveis em qualquer momento.
- Tornar visível no artefacto o modelo conceptual do sistema, as suas funções, as ações alternativas, bem como resultado destas ações.
- Tornar fácil a avaliação do estado atual do sistema.
- Seguir orientações naturais entre intenções e as ações necessárias; entre as ações e o efeito resultante e entre a informação visível e a interpretação do estado do sistema.

Estas recomendações colocam o utilizador no centro do sistema, contribuindo para diminuir o fosso entre o modelo conceptual e o modelo mental do utilizador, bom como para construir modelos mentais familiares, simples e fáceis de compreender. O papel do *designer* é facilitar a tarefa para o utilizador e

³² Descritos no capítulo sete

assegurar-se que este utiliza o produto com o menor esforço possível (Abrás, Maloney-Krichmar, & Preece, 2004, p. 3).

DCU é um termo lato para descrever processos nos quais os utilizadores finais influenciam como um determinado projeto toma forma. É simultaneamente uma filosofia e uma variedade de métodos (Abrás et al., 2004), tarefas e atividades que os designers e especialistas de usabilidade conduzem para se assegurarem que um determinado produto é fácil de aprender e utilizar (Weinschenk, 2011).

O processo central do DCU consiste na procura de integrar as expectativas e necessidades dos utilizadores num contexto de desenvolvimento tecnológico, mudando o eixo de desenvolvimento de um projeto baseado em preceitos puramente tecnológicos para o desenvolvimento de sistemas que suportam necessidades particulares dos utilizadores em moldes acessíveis e utilizáveis. O modo como os utilizadores percebem o produto/artefacto e o impacto emocional e de satisfação está a tornar-se gradualmente mais importante (Navarro-Prieto & Berbegal, 2008).

Existem várias maneiras de envolver os utilizadores, mas o conceito base do DCU é que os utilizadores estão envolvidos no desenho de qualquer forma. Em algumas situações os utilizadores são consultados sobre as suas necessidades e envolvidos repetidamente ao longo do processo de desenho, tipicamente durante a fase de elaboração de requisitos e nos testes de usabilidade. Por outro lado, existem métodos em que os utilizadores têm um impacto profundo no desenho e são envolvidos como colaboradores dos designers durante o processo de desenvolvimento (Abrás et al., 2004). Um dos processos mais comuns de envolver os utilizadores no processo de desenvolvimento/produto é a realização de testes de usabilidade.

Segundo os trabalhos de Shield e Kukulska-Hulme (2006); Kukulska-Hulme (2007) citados em Hersh & Leporini (2013) os requisitos necessários para que medias educacionais suportem os processos de aprendizagem, são a facilidade de uso e eficácia, que estão na base do desenvolvimento do conceito de usabilidade pedagógica. Nokelainen (2004) sugere dez categorias de critérios pedagógicos de usabilidade:

- O aluno, por oposição ao professor ou designer, controla a tecnologia, estando o material de aprendizagem organizado em unidades adequadas.
- O aluno controla os objetivos da ação e dos resultados, incluindo materiais de aprendizagem atrativos.
- Aprendizagem cooperativa, incluindo a discussão e negociação de diferentes abordagens de aprendizagem.
- Objetivos claros, estabelecidos pelos próprios alunos.
- Aplicabilidade a situações reais, com exemplos retirados de situações autênticas, sendo o conhecimento resultante relevante para outros contextos.
- Valor adicional para a aprendizagem e elementos de media relevantes.
- Motivação, que afeta todas as aprendizagens.
- Incentivo para utilizar o conhecimento anterior.
- Flexibilidade a adaptação a diferentes tipos de alunos e tarefas, decompostas em pequenas unidades de aprendizagem.

- Retorno preciso, estabelecendo uma comunicação real entre o computador e o utilizador.

O DCU emergiu do estudo de fatores humanos e da teoria da Interação Homem-computador³³, pelo que frequentemente se associa a fatores de usabilidade. Contudo o DCU vai além da usabilidade e na essência, é uma metodologia de desenvolvimento que coloca o utilizador no centro do processo de criação/desenvolvimento visando obter produtos que correspondam às necessidades dos utilizadores.

6.3 Development Research

O termo *Development Research*³⁴ (DR), tem sido utilizado para referir vários tipos de abordagens de pesquisa que estão relacionadas com trabalho de *design* e desenvolvimento. A literatura apresenta algumas designações alternativas para a DR, nomeadamente:

- *Design studies; Design experiments; Design research;*
- *Development/Developmental research;*
- *Formative research; Formative inquiry; Formative experiments; Formative evaluation;*
- *Action research;*
- *Engineering research.*

Esta proliferação de termos é passível de gerar uma certa confusão. Alguns dos termos, como “*action research*” ou “*formative evaluation*” têm tradições quer na literatura quer na prática profissional. Outros termos/designações são mais recentes. Contudo, enquanto tendência emergente, têm em comum a proliferação de terminologia e uma falta de consenso relativamente às suas definições (Van den Akker, 1999).

No seu trabalho *Enhancing the Worth of Instructional Technology Research through “Design Experiments” and other Development Research Strategies*, Reeves (2000, pp. 8–9) sugere que os termos “*development research*” (van den Akker, 1999), “*design experiments*” (Brown, 1992; Collins, 1992) ou “*formative research*” (Newman, 1990) são melhor traduzidos pelo termo *design experiments*, tal como proposto por Ann Brown (1992) e Alan Collins (1992), para o qual se podem definir as seguintes características:

- Abordagem de problemas complexos em contextos reais com a colaboração dos profissionais;
- Integração de princípios de *design* conhecidos, com *affordances* tecnológicas para obter soluções plausíveis para problemas complexos;

³³ A Interação Homem-computador é uma área científica constituída por várias abordagens teóricas, modelos e teorias, entre as quais os fatores humanos, nomeadamente o Desenho Centrado no Utilizador, o *Design* de Experiência, a usabilidade, a acessibilidade, etc.

³⁴ Vulgarmente traduzido por “Pesquisa de desenvolvimento”. No contexto deste estudo, usaremos o termo *Development Research*.

- Realização de investigação rigorosa e reflexiva para testar e refinar ambientes de aprendizagem inovadores, bem como para redefinir novos princípios de *design*.

As metodologias associadas à DR não são necessariamente diferentes das utilizadas em outras abordagens de investigação (Van den Akker, 1999, p. 9). Contudo, embora tal se verifique frequentemente, existem diferenças importantes entre os quadros filosóficos e objetivos das várias abordagens. A Figura 6.1 ilustra as diferenças entre pesquisas conduzidas com objetivos preditivos e pesquisas inspiradas por objetivos de desenvolvimento.

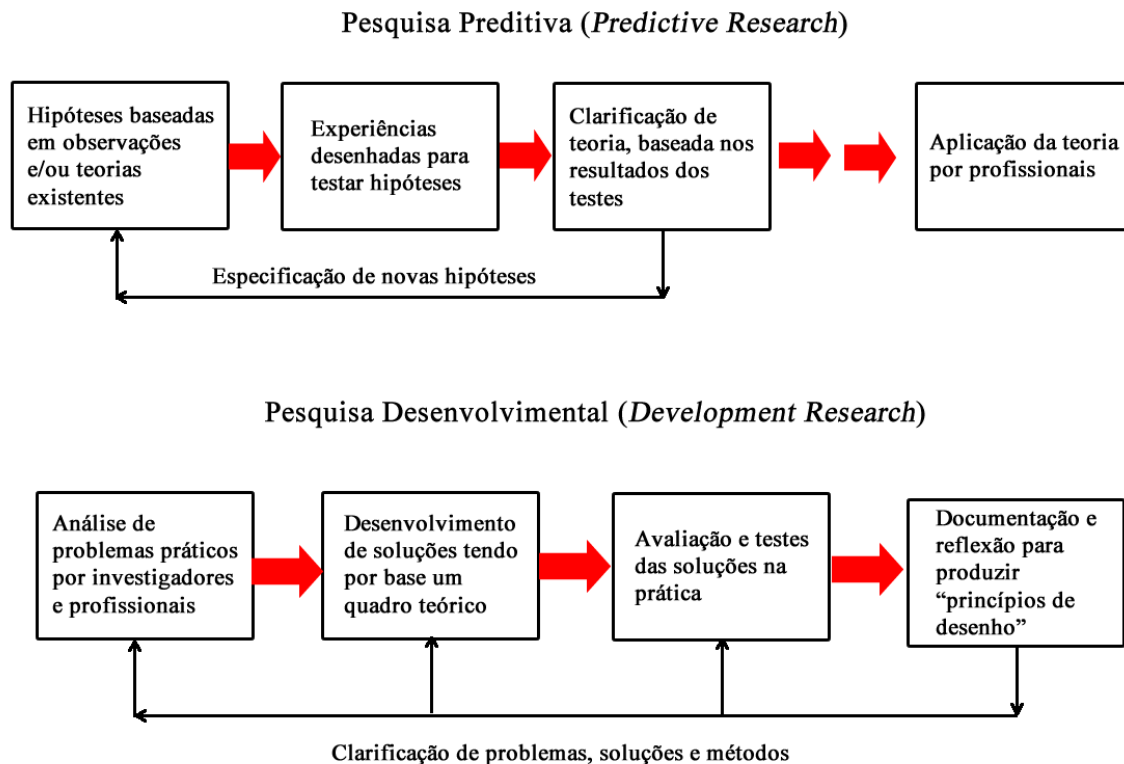


Figura 6-1: Pesquisa preditiva e de desenvolvimento, abordagens num ambiente de aprendizagem colaborativo em linha (Reeves, Herrington, & Oliver, 2004, p. 8)

De acordo com a sugestão de Reeves et al., (2004) a DR, mais do que outras abordagens de pesquisa, visa proporcionar contribuições práticas e científicas e caracteriza-se pelas seguintes características:

- Foco em problemas complexos, de largo espectro, críticos em contextos educativos;
- Envolve colaboração intensiva entre investigadores e profissionais;
- Requer um envolvimento a longo-termo que permitirá a contínua clarificação de protocolos e perguntas;
- Mantém um compromisso com as teorias e explicações, enquanto resolve problemas localizados.

O objetivo da DR, segundo Van den Akker (1999) não é elaborar e implementar intervenções completas. Visa o desenvolvimento e implementação de protótipos (sucessivos) que gradualmente correspondem aos desígnios de inovação e requisitos. O processo é frequentemente cíclico ou espiral: análise, desenho, avaliação e revisão de atividades são iterados em ciclos até ser atingido equilíbrio entre os objetivos desejados e atingidos. A DR distingue-se por elementos adicionais que são mais proeminentes na DR do que em outras práticas de investigação relacionadas com desenho e desenvolvimento, nomeadamente:

- Investigação preliminar;
- Incorporação teórica;
- Testes empíricos;
- Documentação, análise e reflexão sobre processos e resultados.

A maior parte da DR visa melhorar a qualidade de um determinado serviço, sendo recorrentemente utilizada para identificar áreas problemáticas, desenvolver e testar alternativas e experimentar novas abordagens.

O presente estudo enquadra-se nos princípios enunciados por esta modalidade de investigação.

6.4 Etapas da Investigação

A investigação decorreu entre janeiro e maio de 2015 no Agrupamento de Escolas Dr. Costa Matos em Vila Nova de Gaia. Compreendeu uma investigação preliminar e um estudo comparativo experimental. A investigação preliminar incidiu na determinação dos conteúdos a intervir com a tecnologia de RA, no estudo da utilização atual dos alunos de dispositivos de computação móvel (DCM), e nas atitudes dos alunos relativamente à experiência de aprendizagem proporcionada. O estudo comparativo experimental foi realizado para determinar a eficácia de uma abordagem de ensino baseada unicamente no manual escolar (ME) e numa versão aumentada do mesmo manual recorrendo à tecnologia de Realidade Aumentada (RA).

6.4.1 Investigação preliminar

A investigação preliminar foi concebida para responder às questões de pesquisa formuladas, nomeadamente:

3. Quais as perceções de professores especialistas de EV sobre a RA e como pode ser aplicada na aumentação do ME Imaginate?

4. Como utilizam os alunos do 2.º Ciclo do Ensino Básico os dispositivos de computação móvel (DCM) e quais as suas perceções relativamente ao interesse/satisfação e valor/utilidade atribuídos a estes dispositivos?

5. Quais as atitudes e perceções dos alunos relativamente a parâmetros de usabilidade dos protótipos?

Para responder à questão três recorreremos à técnica de entrevista semiestruturada. Foram entrevistados três professores de EV da Escola Dr. Costa Matos – Vila Nova de Gaia, onde decorreu o estudo.

Para responder à questão quatro foi utilizado o método de inquérito, suportado pela técnica de questionário.

Para responder à questão cinco foi elaborado um questionário³⁵ que os participantes preencheram imediatamente após a intervenção. O estudo foi concebido para avaliar as perceções dos alunos participantes relativamente a parâmetros associados à usabilidade, nomeadamente:

- Frequência de utilização;
- Complexidade do interface;
- Facilidade de utilização;
- Integração de funcionalidades;
- Inconsistências;
- Facilidade de aprendizagem e utilização;
- Confiança, satisfação e eficácia.

O Quadro 6-2 sintetiza os objetivos, métodos e técnicas utilizadas na investigação preliminar.

Quadro 6-1: *Objetivos, métodos/técnicas e intervenientes no estudo preliminar*

| Objetivos | Método/técnica de investigação | Intervenientes |
|--|--------------------------------|---|
| 1. Perceber quais os conteúdos disciplinares abordados no Me de EV Imaginar-te são vistos pelos professores como mais difíceis de entender e aplicar pelos alunos | Entrevista semiestruturada | Professores do grupo disciplinar de Educação Visual |

(continua)

³⁵ O questionário foi adaptado a partir do questionário estandardizado *System Usability Scale* (SUS) desenvolvido por John Brooke (Brooke, 1996).

Quadro 6-2 (continuação)

| Objetivos | Método/técnica de investigação | Intervenientes |
|--|--------------------------------|--|
| 2. Conhecer o nível e tipo de utilização de dispositivos móveis (<i>smartphones/tablets</i>) pelos alunos e perceções/attitudes relativamente a parâmetros de interesse, satisfação, valor e utilidade atribuídos aos DCM | Questionário/inquérito | Alunos de uma turma do 5.º ano do ensino básico. |
| 3. Perceções e atitudes dos alunos relativamente aos protótipos no que concerne a parâmetros de usabilidade | Questionário/inquérito | Alunos de uma turma do 5.º ano do ensino básico. |

As etapas do estudo incluíram a determinação de objetivos, os parâmetros a medir, o tipo de respostas, o equipamento necessário, os métodos e técnicas de recolha de dados, a caracterização do público-alvo, os critérios de seleção da amostra, a recolha e o tratamento dos dados.

6.4.2 Estudo experimental comparativo

Para verificar a eficácia de uma abordagem didática baseada no ME e no ME aumentado com tecnologia de RA desenhamos um estudo experimental comparativo.

Segundo Kumar (2011), quando se pretende comparar a eficácia de diferentes abordagens, o desenho comparativo é apropriado. Com o desenho comparativo, como com outros tipos de investigação, o estudo pode ser conduzido como uma experiência ou não-experiência. No desenho de um estudo comparativo experimental, a população é dividida em tantos grupos quantas as abordagens a estudar. Em cada grupo é estabelecida uma linha de base relativamente à variável dependente. Após a intervenção é realizada uma nova observação para verificar se ocorreram alterações na variável dependente. O grau de mudança é utilizado para estabelecer a eficácia das intervenções. Para ilustrar o conceito imagine-se que se pretende comparar três modelos de ensino (A, B e C) relativamente à compreensão dos alunos numa turma (figura dois). Para realizar o estudo divide-se a turma em três grupos (X, Y e Z) aleatoriamente para garantir a sua comparabilidade. Antes de expormos os alunos aos modelos de ensino, deve estabelecer-se uma linha de base relativamente à compreensão dos conteúdos a abordar. De seguida, cada grupo é exposto aos diferentes métodos. Supondo que X_a é o nível de compreensão médio do grupo X e X_a' é o nível de compreensão médio depois da intervenção, a mudança verificada no nível de compreensão $X_a' - X_a$ é atribuída ao modelo A. O mesmo se aplica relativamente aos modelos B e C.

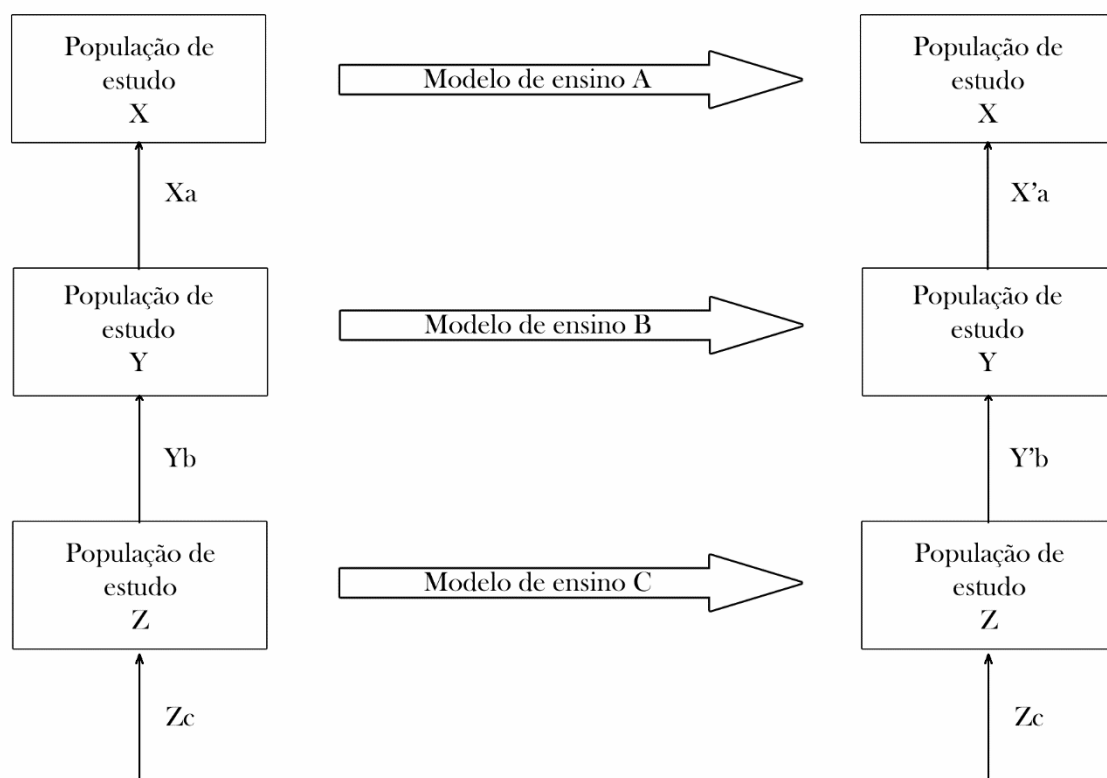


Figura 6-2: Desenho experimental comparativo (Kumar, 2011, p. 121)

No caso do presente estudo, optamos por um desenho experimental comparativo para estudar a eficácia de dois modelos/abordagens: Uma baseada na utilização do ME tradicional e outra baseada no ME aumentado através da tecnologia de RA

As etapas do estudo incluíram a determinação de objetivos, os parâmetros a medir, o tipo de respostas, o equipamento necessário, os métodos e técnicas de recolha de dados, a caracterização do público-alvo, os critérios de seleção da amostra, a recolha e o tratamento dos dados.

7. Desenvolvimento dos Protótipos

No capítulo 7 – Desenvolvimento dos protótipos -, aborda-se o processo de desenvolvimento das experiências de Realidade Aumentada (RA). No subcapítulo 7.1 introduz-se o processo de desenvolvimento dos protótipos de RA. No subcapítulo 7.2 apresenta-se o desenho e desenvolvimento do projeto de aumentação a aplicar no manual escolar (ME) Imaginate, elaborado em colaboração com professores especialistas de Educação visual (EV), o processo de desenvolvimento dos recursos digitais é sintetizado no subcapítulo 7.3 e, finalmente, no subcapítulo 7.4 são descritas as experiências de RA desenvolvidas no âmbito do projeto.

7.1 Introdução

Os protótipos de Realidade Aumentada (RA) utilizados no estudo foram desenvolvidos com base na plataforma Aurasma Studio. As experiências de RA (auras) foram visualizadas através da *app* Aurasma³⁶ nos dispositivos móveis dos alunos intervenientes. A tecnologia de RA permite sobrepor conteúdos digitais a objetos do mundo real. A presente investigação pretende averiguar as perceções dos alunos e eventuais alterações na compreensão de conteúdos curriculares de EV introduzindo aumentações no manual escolar (ME) de Educação Visual Imaginate da Porto Editora, recorrendo à tecnologia de RA.

A auscultação a professores especialistas, realizada na modalidade de entrevista informal não estruturada, permitiu conhecer e selecionar quatro áreas/conteúdos a intervencionar, tendo em conta as dificuldades evidenciadas pelos alunos. Nesse sentido, e para evitar problemas relacionados com eventuais direitos de autor, foram desenvolvidos os recursos digitais necessários à criação das auras.

O projeto foi desenvolvido e implementado durante o ano letivo de 2014/2015 na escola sede do Agrupamento de Escolas Dr. Costa Matos em Vila Nova de Gaia – Portugal.

7.2 Projeto

A partir dos dados recolhidos junto dos professores de EV, foram selecionados quatro tópicos/unidades, nomeadamente:

- Visão e perceção – Taumatrópio, unidade 1.
- O espaço – Representação do espaço, unidade 3.
- Estruturas modulares – Módulo Padrão, unidade 3.
- Geometria – Polígono estrelado de cinco pontos, unidade 4.

³⁶ *App* gratuita, disponível para plataformas Android e iOS.

A partir dos conteúdos identificados, foram desenvolvidos recursos digitais, os quais foram sobrepostos ao ME ImaginarTE através da tecnologia de RA.

Os conteúdos e páginas intervencionadas são, respetivamente:

- Visão e perceção – Construção de um brinquedo ótico - taumatrópio, página 15, Figura 7-1;
- O espaço – representação do espaço, página 52, Figura 7-2;
- Estruturas modulares – módulo e padrão, página 68, Figura 7-3 e,
- Geometria - desenho de um polígono estrelado de 5 pontas, página 99, Figura 7-4.

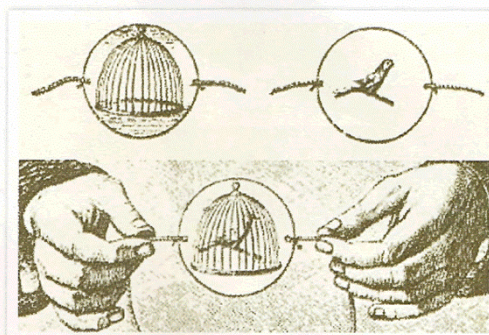
IMAGINARTE

Atividade 2

Construção de um brinquedo ótico – taumatrópio

O **taumatrópio** é um jogo ótico que tem como objetivo demonstrar a persistência da retina.

A invenção do taumatrópio é frequentemente creditada a **Peter Mark Roget**. Este instrumento foi porém popularizado pelo médico e físico inglês **John Ayrton Paris**, em 1824. Este médico foi o precursor de outros instrumentos óticos mais completos, como por exemplo o **zootrópio** e o **praxinoscópio** que deram origem ao cinema.



Taumatrópio

Figura 7-1: ImaginarTE, Construção de um brinquedo ótico – taumatrópio.

IMAGINARTE

Uma embalagem é desenhada e planificada num espaço bidimensional. Quando montada ocupa um espaço tridimensional.

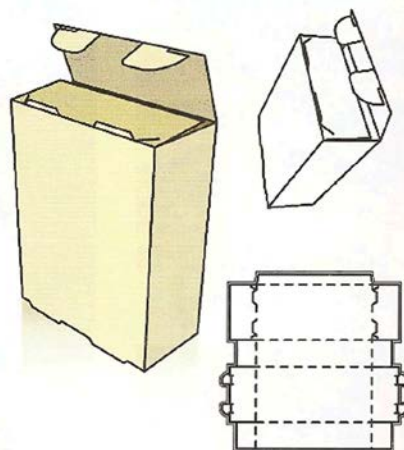


Figura 7-2: O espaço, representação do espaço.

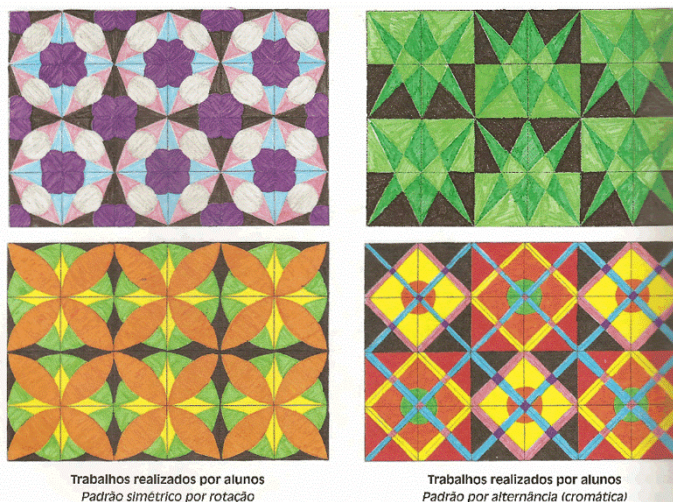


Figura 7-3: Estruturas modulares, módulo e padrão.

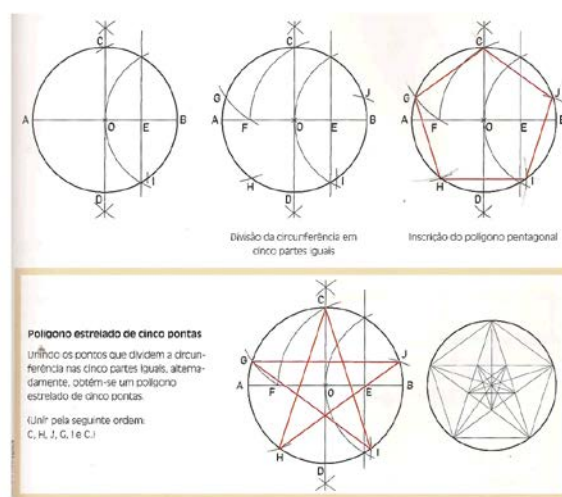


Figura 7-4: Geometria, polígono estrelado de cinco pontas.

As figuras um a quatro representam a explicação e exemplificação suportada pelo ME físico, isto é, a descrição dos exercícios e técnicas a interiorizar.

7.3 Recursos digitais

Os recursos digitais foram desenvolvidos em colaboração com professores especialistas na área da Educação Visual. Cada conteúdo recebeu uma abordagem diferente, descrita no Quadro 7-1.

Quadro 7-1: *Conteúdos intervencionados, problemas detetados, objetivos e soluções implementadas*

| Tópico/conteúdo | Problema detetado | Objetivo do conteúdo digital | Solução implementada |
|---|--|---|--|
| Visão e percepção - Taumatrópio | Os alunos frequentemente não reparam que no processo de construção do taumatrópio uma das imagens deve ser invertida segundo o eixo horizontal | Proporcionar uma compreensão plena do processo de construção do taumatrópio e alguns exemplos de taumatrópios corretamente executados | Desenvolvimento de um modelo 3-D animado de um taumatrópio retratando o processo de elaboração Disponibilização da hiperligação para um pequeno vídeo exemplificando o efeito ótico |
| O espaço – Representação do espaço | Os alunos têm dificuldade em conceptualizar e representar um sólido geométrico a partir da sua planificação | Proporcionar aos alunos uma visualização 3-D dos sólidos correspondentes a determinadas planificações | Desenvolvimento de um modelo 3-D de dois sólidos geométricos a partir de uma planificação bidimensional |
| Estruturas modulares – Módulo e padrão | Os alunos têm dificuldade em perceber e aplicar diferentes processos de criação de padrões, como a translação, alternância, rotação, simetria ou assimetria | Proporcionar aos alunos uma exemplificação visual da construção de um padrão a partir de um determinado módulo | Desenvolvimento de um vídeo exemplificativo |
| Geometria – Polígono estrelado de cinco pontas | Os alunos têm dificuldade em memorizar os passos sequenciais para o traçado geométrico e a explicação textual/visual proporcionada pelo manual escolar não parece ser suficiente | Proporcionar aos alunos uma demonstração da criação de um polígono estrelado de cinco pontas. | Desenvolvimento de um vídeo exemplificativo |

Os conteúdos digitais foram desenvolvidos recorrendo a várias aplicações e assumiram diferentes formatos finais, adequados à posterior disponibilização através da tecnologia de RA na plataforma Aurasma. As aplicações de desenvolvimento são sintetizadas no Quadro 7-2.

Quadro 7-2: *Programas utilizados no desenvolvimento dos conteúdos digitais*

| Conteúdo digital | Aplicação de desenvolvimento | Formato de exportação |
|--|------------------------------|--------------------------|
| Modelo 3-D de um taumatrópio (animado com 300 frames) | <i>3D Studio Max</i> | <i>OpenCollada</i> (DAE) |
| Modelo 3-D de um sólido geométrico (hexágono) | <i>3D Studio Max</i> | <i>OpenCollada</i> (DAE) |
| Modelo 3-D de um sólido geométrico (hexágono piramidal) | <i>3D Studio Max</i> | <i>OpenCollada</i> (DAE) |
| Vídeo – Tema: Taumatrópio | <i>Microsoft Movie Maker</i> | MPEG-4/ H.264 |
| Vídeo – Tema: Polígono estrelado | <i>Movie Maker</i> | MPEG-4/ H.264 |
| Edição de imagem | <i>Adobe Fireworks CS6</i> | PNG |
| Edição de texto | <i>Microsoft Word</i> | DOCX |
| Edição de som | <i>WavePad Sound Editor</i> | MP3 |

Os recursos digitais desenvolvidos para cada protótipo/intervenção são os seguintes:

Intervenção 1: Visão e percepção – Taumatrópio

- Imagem de treino (imagem fiducial) - Permite ao algoritmo de reconhecimento de imagem da *app* Aurasma identificar o “elemento” visual que irá despoletar o conteúdo de RA. Neste caso é uma ilustração disponibilizada no ME, na página 15 do manual, Figura 7-5.

INTERVENÇÃO 1

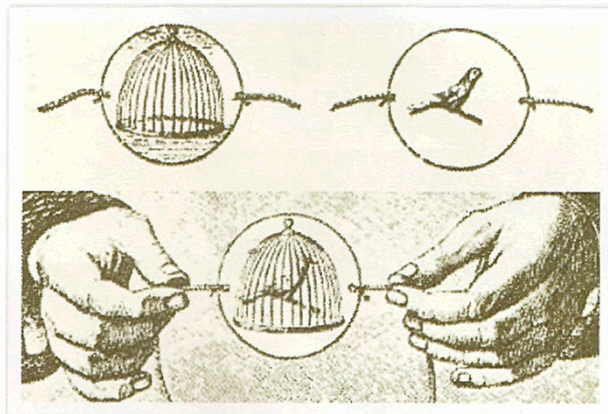


Figura 7-5: Visão e percepção, taumatrópio, imagem de treino (fiducial).

- Modelo 3-D - O modelo, Figura 7-6, foi exportado para o formato *OpenCollada*, pois é o único formato aceite pela plataforma Aurasma relativamente a modelos ou cenas 3-D. O modelo e as texturas, bem como um thumbnail foram comprimidos para o formato.TAR e carregados para a nuvem através do Aurasma Studio.

INTERVENÇÃO 1

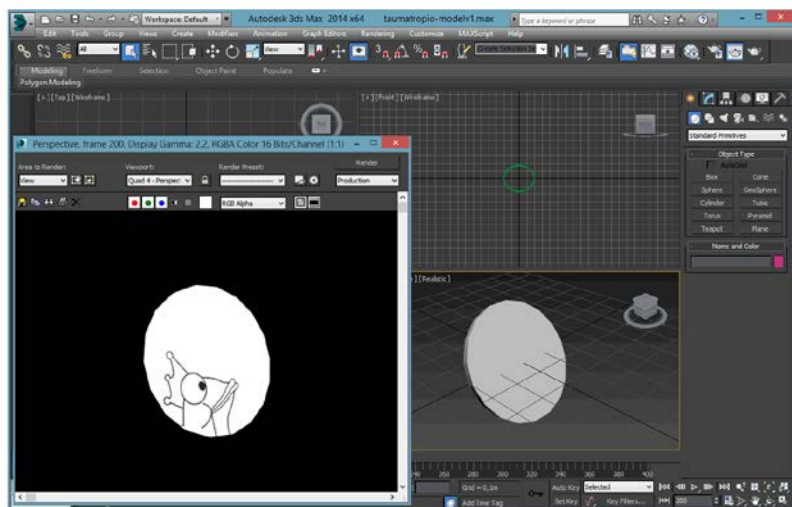


Figura 7-6: Visão e percepção, taumatrópio, modelo 3-D animado no programa 3D Studio Max.

- Sequência de vídeo: Sequência de vídeo com narração áudio descrevendo o processo de criação de um taumatrópio e exemplificando o efeito ótico obtido a partir de modelos corretamente executados, Figura 7-7.

INTERVENÇÃO 1



Figura 7-7: Visão e percepção, taumatrópio, vídeo com narração e legendagem.

- Experiência de RA (aura): O interface inclui botões para parar e avançar a animação do modelo 3-D e um botão para aceder à sequência de vídeo, Figura 7-8.

INTERVENÇÃO 1



Figura 7-8: Visão e percepção, taumatrópio, experiência de realidade aumentada (aura).

Intervenção 2: O espaço – Representação do espaço

- Imagem de treino (imagem fiducial) - Permite ao algoritmo de reconhecimento de imagem da app Aurasma identificar o “elemento” visual que irá despoletar o conteúdo de RA. Neste caso é uma ilustração disponibilizada no ME, na página 52 do manual, Figura 7-9.

INTERVENÇÃO 2

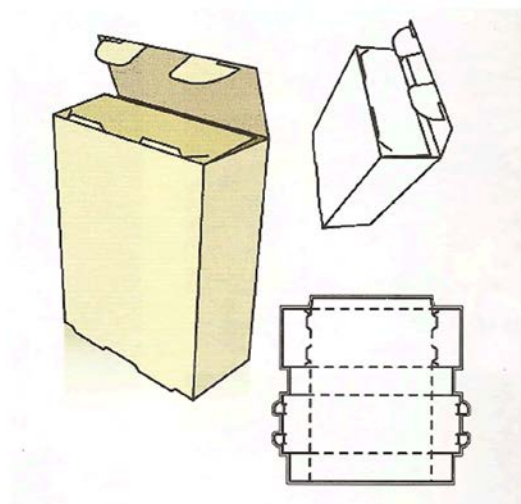


Figura 7-9: Representação do espaço, planificação num espaço bidimensional, imagem de treino (fiducial).

- Modelo 3-D - O modelo foi exportado para o formato *OpenCollada*, pois é o único formato aceite pela plataforma Aurasma relativamente a modelos ou cenas 3-D. O modelo e as texturas, bem como um *thumbnail* foram comprimidos para o formato .TAR e carregados para a nuvem através do Aurasma Studio, Figura 7-10.

INTERVENÇÃO 2

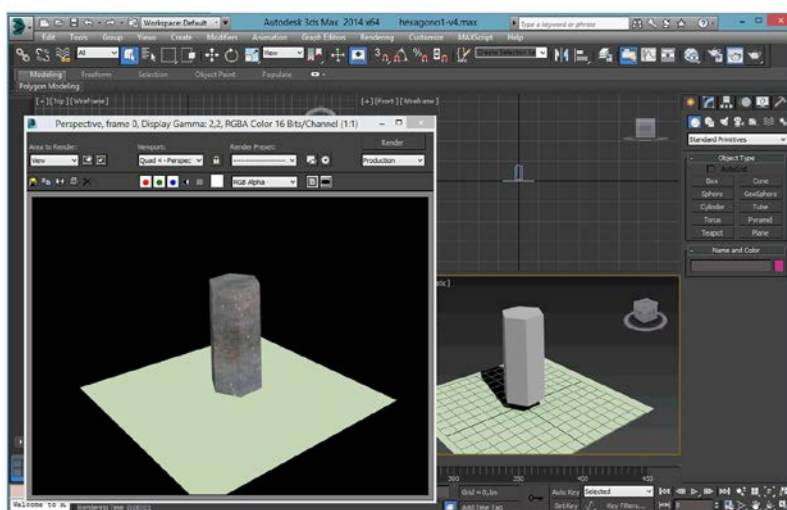


Figura 7-10: Representação do espaço, modelagem de um sólido geométrico no programa 3D Studio Max.

- Experiência de Realidade Aumentada (aura): O interface inclui botões seleccionar cada um dos modelos 3-D, Figura 7-11. O utilizador pode rodar o dispositivo móvel para alterar o ângulo e perspetiva de visualização.

INTERVENÇÃO 2

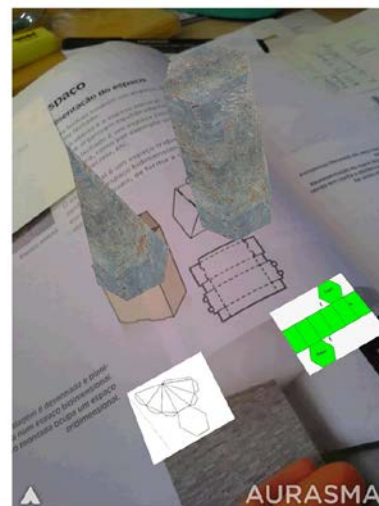


Figura 7-11: Representação do espaço, experiência de realidade aumentada (aura).

Intervenção 3: Estruturas modulares - Módulo e padrão

- Imagem de treino (imagem fiducial) - Permite ao algoritmo de reconhecimento de imagem da *app* Aurasma identificar o “elemento” visual que irá despoletar o conteúdo de RA. Neste caso é uma ilustração disponibilizada no ME, na página 68, Figura 7-12.

INTERVENÇÃO 3

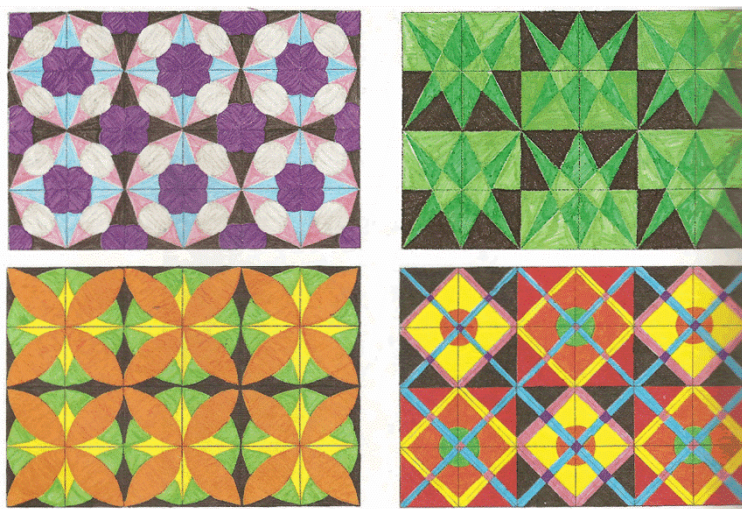


Figura 7-12: Estruturas modulares, módulo e padrão, imagem de treino (fiducial).

- Sequência de vídeo: Sequência de vídeo interativa focando o modo de construção de um padrão por rotação, simetria, translação e alternância, Figura 7-13.

INTERVENÇÃO 3

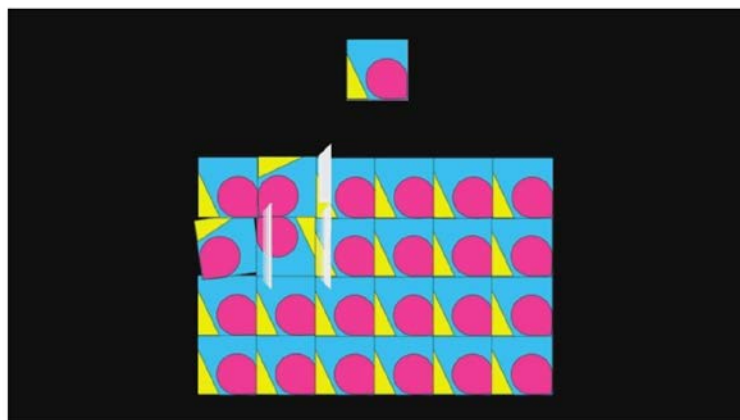


Figura 7-13: Estruturas modulares, módulo e padrão, vídeo interativo.

- Experiência de Realidade Aumentada (aura): O interface inclui botões selecionar cada um dos processo de construção de padrões, Figura 7-14.

INTERVENÇÃO 3

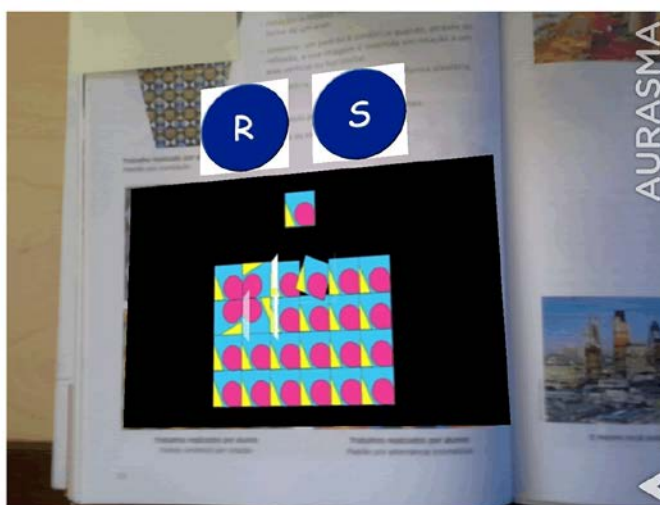


Figura 7-14: Estruturas modulares, módulo e padrão, experiência de realidade aumentada (aura).

Intervenção 4: Geometria- Polígono estrelado de cinco pontas

- Imagem de treino (imagem fiducial) - Permite ao algoritmo de reconhecimento de imagem da *app* Aurasma identificar o “elemento” visual que irá despoletar o conteúdo de RA. Neste caso é uma ilustração disponibilizada no ME, na página 99, Figura 7-15.

INTERVENÇÃO 4

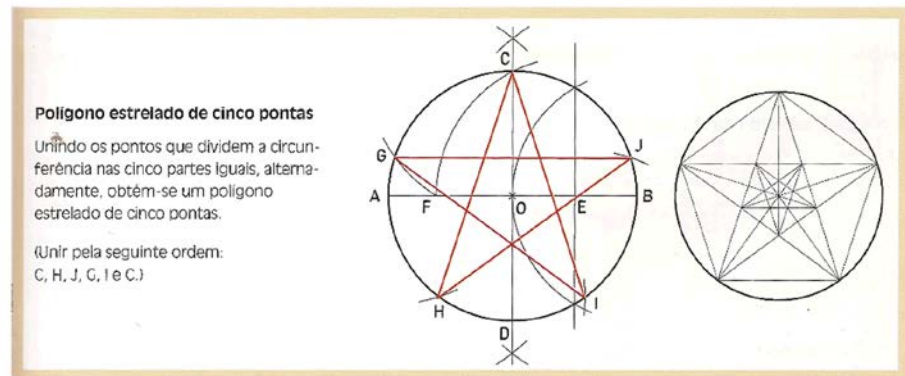


Figura 7-15: Geometria, polígono estrelado de cinco pontas, imagem de treino (fiducial).

- Sequência de vídeo: Sequência de vídeo interativo com um tutorial exemplificativo do processo correto da divisão do círculo em cinco partes e oposição de um polígono estrelado de cinco pontas, Figura 7-16.

INTERVENÇÃO 4



Figura 7-16: Geometria, polígono estrelado de cinco pontas, tutorial em vídeo.

- Experiência de Realidade Aumentada (aura): O interface inclui botões para controlar o vídeo e opção para preencher o ecrã do dispositivo, Figura 7-17.



Figura 7-17: Geometria, polígono estrelado de cinco pontas, experiência de realidade aumentada (aura)

7.4 Criação das experiências de Realidade Aumentada

Recorrendo à ferramenta Aurasma Studio, qualquer imagem ou objeto pode ser associado a uma “aura” que permite visualizar conteúdos digitais em sobreposição ao mundo real. As auras podem ser um vídeo, uma hiperligação para uma página *Web* ou uma animação de um modelo em três dimensões. É possível adicionar interatividade através da função *touch* suportada pelos dispositivos de computação móvel.

A criação de auras no Aurasma Studio³⁷ requer um processo de inscrição simples e isento de custos. O processo de criação da experiência de RA ocorre em três passos simples, mas exige que os conteúdos digitais a disponibilizar tenham sido concebidos previamente. O Quadro 7-3 sintetiza as etapas de criação de uma aura no Aurasma Studio.

Quadro 7-3: Criação de uma aura: Etapas, objetivos e funções

| Etapas | Objetivos/funções |
|---|---|
| 1. Carregamento da imagem de treino/fiducial | Independentemente de se pretender utilizar uma imagem ou um objeto 3-D como “imagem de treino”, é necessário carregar um ficheiro de imagem no formato JPEG ou PNG. A imagem de treino pode ser indexada a uma referência de GPS, caso se pretenda que a aura funcione apenas num dado ponto geográfico. A imagem de treino permite que o algoritmo de reconhecimento de imagem disponível na <i>app</i> Aurasma “identifique” uma aura e exiba a sobreposição digital. |

(continua)

³⁷ <https://studio.aurasma.com/login>

Quadro 7-3 (continuação)

| Etapas | Objetivos/funções |
|---|--|
| 2. Carregamento da sobreposição digital (<i>overlay</i>) | A sobreposição é o conteúdo digital que o utilizador irá visualizar quando apontar o seu dispositivo móvel (<i>smartphone/tablet</i>) para uma imagem de treino. Pode ser uma cena ou um modelo 3-D, um vídeo, uma imagem/ilustração/gráfico ou uma hiperligação para páginas na internet. |
| 3. Criação de um canal/aura | <p>Os canais funcionam como pastas e contêm coleções de auras. É possível atribuir um nome, descrição e uma imagem a cada canal. Os canais podem ser públicos (acessíveis a todos os utilizadores da <i>app</i> Aurasma) ou privados (partilhados apenas com um conjunto específico de utilizadores).</p> <p>A criação da aura estabelece um evento baseado na associação de uma imagem de treino e de uma sobreposição. É possível adicionar ações ou comandos para obter interatividade. A aura pode ser partilhada através de um QRCode³⁸, de uma hiperligação ou pela pesquisa do nome da aura na <i>app</i> Aurasma.</p> |

O Aurasma Studio permite realizar estas etapas através de um interface muito simples e intuitivo acessível a utilizadores com conhecimentos básicos de informática. A Figura 7-18 apresenta o interface da aplicação, destacando os passos de criação de uma aura, respetivamente: Carregamento da imagem de treino, Figura 7-18/A; criação das sobreposições, Figura 7-18/B e finalização da aura, Figura 7-18/C.

³⁸ Quick Response Code

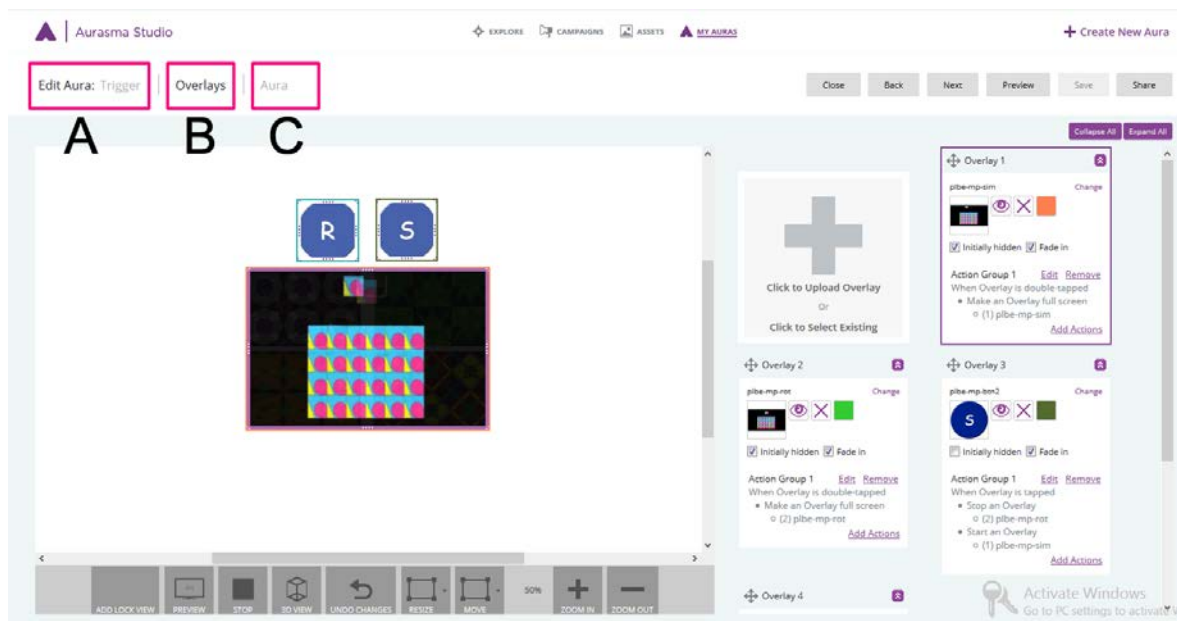


Figura 7-18: Aurasma Studio, interface da aplicação em linha.

As auras elaboradas para o presente estudo foram disponibilizadas em canal público, ficando acessíveis aos utilizadores através da função de pesquisa da *app* Aurasma. Em síntese, os utilizadores acederam às experiências de RA através da seguinte sequência de procedimentos:

- a) Instalar a *app* Aurasma no *smartphone* ou *tablet*³⁹, Figura 7-19;
- b) Abrir a *app* Aurasma e pesquisar o canal JDCG21, selecionando a opção “*follow*”, Figura 7-20;
- c) No modo de visualização, apontar o dispositivo para as páginas do livro intervencionadas, Figura 7-21.

³⁹ Disponível para iOS e Android

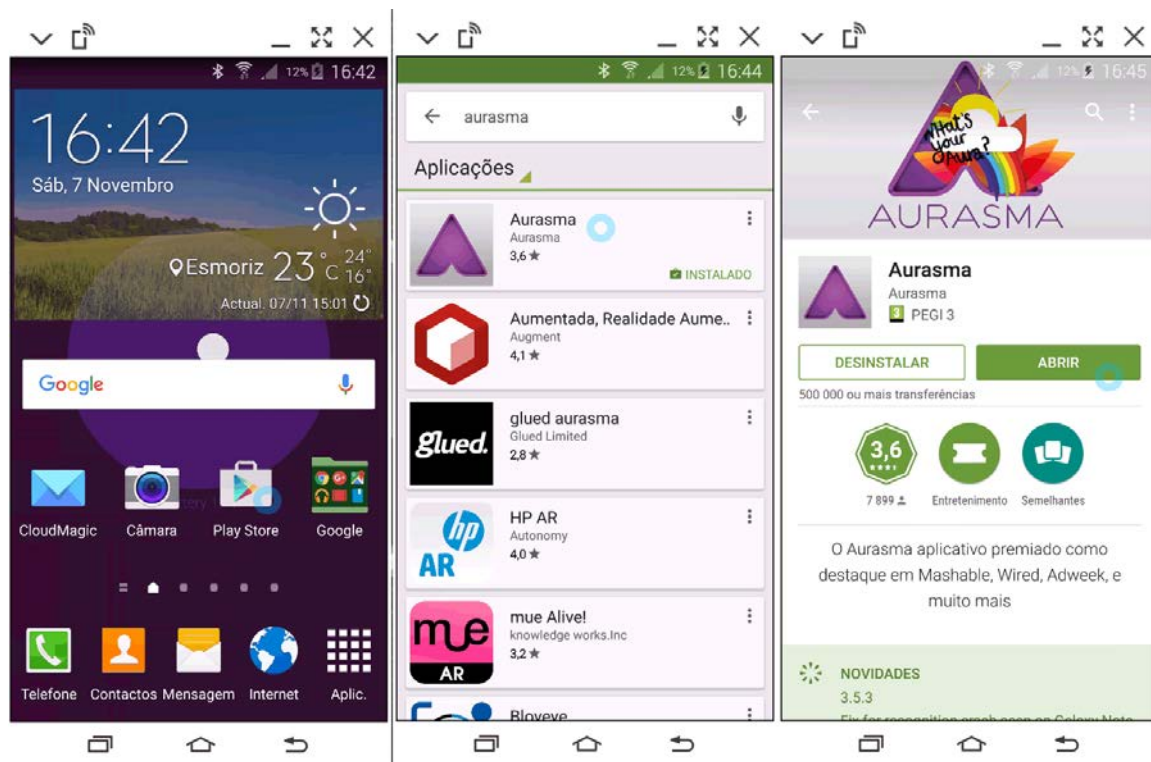


Figura 7-19: Etapas para a instalação da app Aurasma.

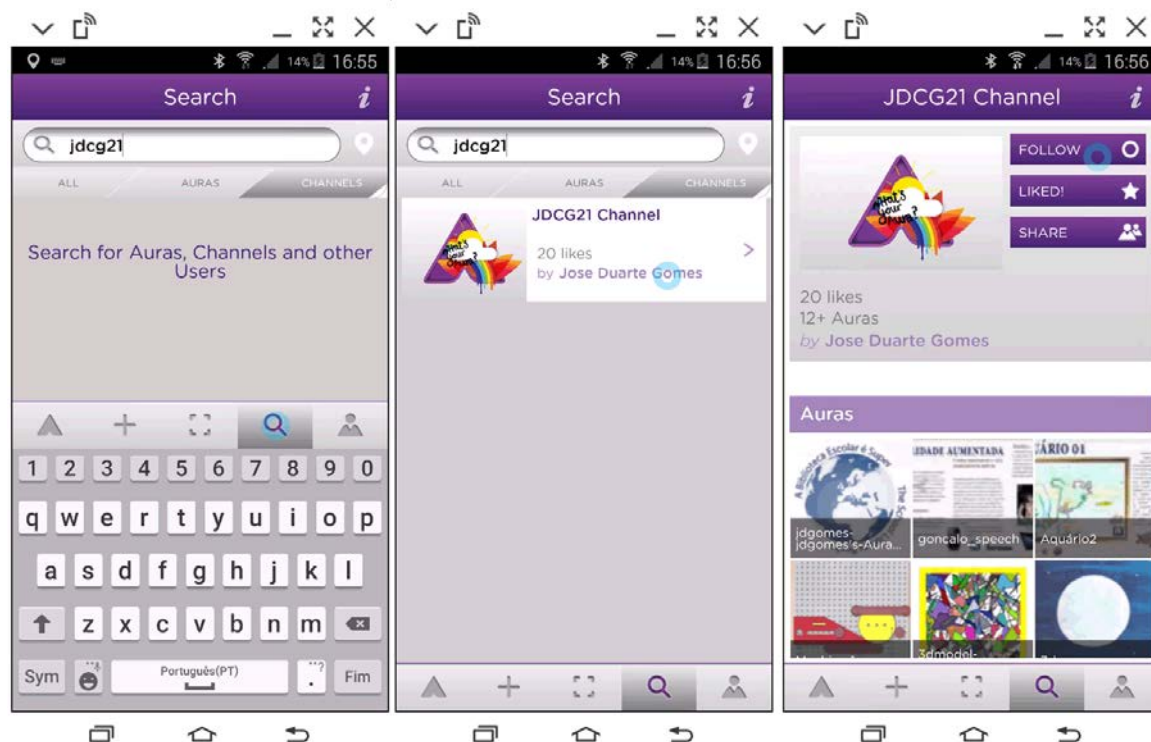


Figura 7-20: Pesquisa do canal JDCG21 na app Aurasma.

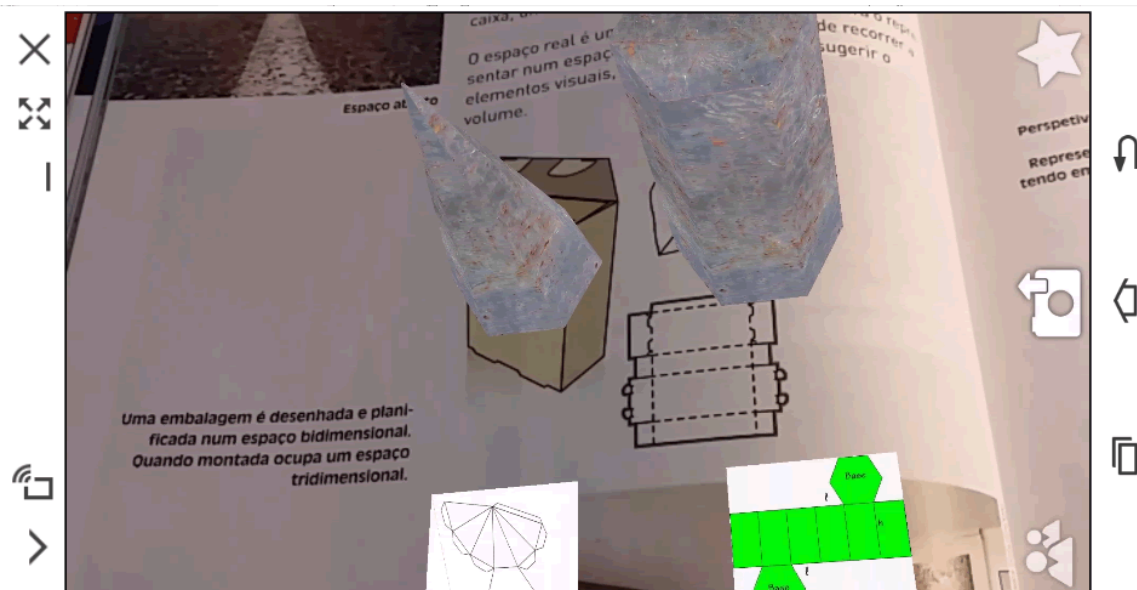


Figura 7-21: Visualização da experiência de Realidade Aumentada.

As imagens fiduciais utilizadas e presentes no ME Imaginarte foram incluídas no guião de utilização (Anexo VI) sendo possível visualizar e interagir com as auras de modo semelhante aos utilizadores envolvidos no estudo.

8. Descrição e análise dos resultados da investigação

O capítulo 8 – Descrição e análise dos resultados da investigação -, apresenta no subcapítulo 8.1 os resultados da investigação preliminar no que concerne às entrevistas com professores de Educação visual (EV) e os dados relativos à utilização de dispositivos de computação móveis (DCM) pelos alunos e as suas percepções relativamente ao interesse/satisfação e valor/utilidade atribuídos a estes dispositivos. O subcapítulo 8.2 apresenta os dados relativos a percepções e atitudes dos alunos em relação aos protótipos e finalmente, no subcapítulo 8.3 apresentam-se os dados provenientes de um estudo comparativo experimental desenhado para determinar a eficácia educativa (compreensão/aplicação de conhecimentos) do manual escolar (ME) aumentado, em relação ao ME tradicional.

8.1 Investigação preliminar

A investigação preliminar decorreu em três fases.

- A primeira fase visava conhecer as opiniões dos professores de Educação Visual (EV) relativamente aos conteúdos do ME Imaginate em que os alunos evidenciam maiores dificuldades de compreensão/aplicação de conhecimentos e que poderiam beneficiar da aumentação proporcionada pela RA.
- A segunda, qual o nível de utilização atual de DCM pelos alunos, e as percepções e atitudes dos alunos relativamente aos DCM

8.1.1 Fase 1 – Entrevista semiestruturada

- Objetivos do estudo

Foram entrevistados três professores de EV do Agrupamento de Escolas Dr. Costa Matos – Vila Nova de Gaia, As entrevistas foram conduzidas em contexto informal ao estilo de conversa, mas seguindo um guião semiestruturado. Tendo em conta que nenhum dos professores tinha conhecimento prévio da tecnologia de RA, foi previamente disponibilizado aos professores um videograma sobre aplicações de RA em contexto educativo. Foi solicitado de seguida a identificação no ME Imaginate das áreas/conteúdos nos quais os alunos mostram mais dificuldade e que na sua opinião poderiam beneficiar da aumentação proporcionada pela RA.

- Porquê a necessidade da entrevista?

No caso concreto do presente estudo pretende-se realizar uma intervenção num ME de EV disponibilizando conteúdos digitais a alunos mediante a tecnologia de RA. Nesse sentido é importante perceber

quais as áreas de intervenção prioritária. O diálogo com professores especialistas na área permitiu seleccionar um conjunto exequível de áreas passíveis de intervenção.

- Equipamento necessário

Para a realização das entrevistas foi utilizado um guião de entrevista, uma caneta e um bloco de notas. Foi também utilizado um dispositivo de computação móvel (*smartphone*) para a gravação áudio da entrevista para referência futura e um *tablet* para exibição de um videograma focando as principais potencialidades da tecnologia de RA.

- Métodos e técnicas de recolha de dados

Foi utilizada a técnica de entrevista semiestruturada para a qual se elaborou previamente um guião simples baseado nos seguintes tópicos:

1. Funções desempenhadas

1.1 Quais são as funções e cargos que desempenha na escola onde presta serviço?

2. Conhecimentos prévios sobre a tecnologia de Realidade Aumentada (RA)

2.1 Já tinha ouvido falar, ou conhecia anteriormente a tecnologia de Realidade Aumentada?

2.2.1 Se sim, onde tomou contacto com a tecnologia e quais são as suas experiências?

3. Tipo de utilização de recursos multimédia

3.1 Utiliza os recursos multimédia presentes no manual escolar?

3.2 Qual a sua opinião sobre o valor destes recursos?

4. Opinião sobre os conteúdos a interencionar

4.1 Tendo em conta as possibilidades da tecnologia de RA, quais são, na sua opinião, as áreas/conteúdos do manual escolar Imaginate que poderiam beneficiar da aplicação da RA, contribuindo para uma melhor compreensão e maior motivação dos alunos na utilização do manual escolar como ferramenta de apoio ao estudo?

5. Recetividade à utilização da tecnologia de Realidade Aumentada

5.1 Estaria recetivo a colaborar numa experiência envolvendo o desenvolvimento de recursos digitais sobrepostos ao manual escolar através da tecnologia de Realidade Aumentada?

5.2 Estaria recetivo a realizar formação no sentido de produzir/desenvolver conteúdos digitais baseados em tecnologia de Realidade Aumentada para os seus alunos, de acordo com as necessidades concretas de cada turma/grupo de alunos?

5.3 Estaria recetivo a utilizar recursos digitais multimédia suportados pela tecnologia de Realidade Aumentada se os mesmos fossem disponibilizados com o manual escolar?

5.3.1 Se sim acha que essa funcionalidade poderia influenciar a escolha do próximo manual escolar para o seu agrupamento?

- Amostra e perfil da mesma

O perfil dos professores participantes foi escolhido em função do nível de ensino onde se realiza a intervenção, isto é, professores do 2.º Ciclo do Ensino Básico, pertencentes ao grupo 240 – Educação Visual e Educação Tecnológica.

- Critérios de seleção da amostra

A amostra, considerada de conveniência, incluiu três professores do Agrupamento de Escolas Dr. Costa Matos – Vila Nova de Gaia que se mostraram recetivos à realização da investigação.

- Recolha de dados

Em suporte áudio complementado por notas manuscritas.

- Tratamento de dados

A partir da análise das notas e gravações produzidas nas entrevistas, fez-se o cruzamento das áreas prioritárias de intervenção que se repetiam ou cruzavam. Foi elaborada uma tabela de frequência identificando essas áreas no programa Microsoft Excel.

- Síntese dos resultados e recomendações

Da análise dos dados obtidos durante o processo de entrevistas observou-se que todos os professores entrevistados lecionam no 2.º ciclo do Ensino Básico e são professores de Educação Visual e Educação Tecnológica. Dos inquiridos dois professores são diretores de turma e dois ocupam um cargo de coordenação/subcoordenação.

Relativamente ao conhecimento prévio sobre a RA, nenhum dos inquiridos tinha conhecimento anterior sobre a tecnologia de RA. O seu primeiro contacto com a mesma, e com a sua aplicabilidade em contextos educacionais, ocorreu durante o segundo período do ano letivo de 2014/2015, entre janeiro e abril, através de duas exposições realizadas na biblioteca da escola sede do agrupamento de escolas Dr. Costa Matos – Vila Nova de Gaia.

Quando questionados sobre o modo de utilização e qual o valor atribuído aos recursos digitais multimédia disponibilizados no manual escolar⁴⁰, de um modo geral, constatou-se que os professores valorizam e utilizam regularmente estes recursos como complementos educacionais importantes para a compreensão dos conteúdos e motivação dos alunos.

Relativamente ao desenvolvimento dos protótipos e às áreas/conteúdos a intervir, as informações recolhidas nas entrevistas permitiram associar potencialidades da RA a conteúdos/áreas importantes, nomeadamente:

⁴⁰ Imaginate – Porto Editora

- A percepção de tridimensionalidade (uma característica fundamental suportada pela RA) em sólidos geométricos e objetos com formas complexas.
- A utilização de recursos digitais multimédia como explicação ou reforço das aprendizagens, em áreas como a cor, estruturas modulares, património cultural e a geometria.

O conjunto de perguntas sobre a receptividade à utilização da tecnologia de RA permitiu concluir que, de um modo geral, os professores estão disponíveis para colaborar em projetos de investigação e desenvolvimento pois percecionam estes processos como uma forma de melhorar a qualidade das abordagens didáticas e pedagógicas. Relativamente à sua valorização pessoal, quando questionados se estariam dispostos a fazer formação que lhes conferisse a possibilidade de desenvolver os seus próprios recursos digitais baseados em RA, as respostas não foram unânimes. Existe alguma disponibilidade para frequentar formação na área do desenvolvimento de recursos baseados em RA, mas com reservas relativamente ao grau de dificuldade, tendo em conta que os professores não se consideram especialistas na área das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC). De um modo geral, todos os entrevistados se mostraram receptivos à utilização destes recursos. Dos inquiridos 100% estariam dispostos a colaborar em projetos de investigação e desenvolvimento envolvendo esta tecnologia, 67% disponíveis para realizar formação e 100% estariam dispostos a utilizar estes recursos caso fossem disponibilizados com o ME. Não descartando outros fatores importantes no processo de seleção de um novo manual escolar, os inquiridos constataam que em situações de avaliação muito semelhantes, a inclusão de recursos através de RA poderia ser um fator positivo na decisão de adoção de um novo manual escolar, Figura 8-1.

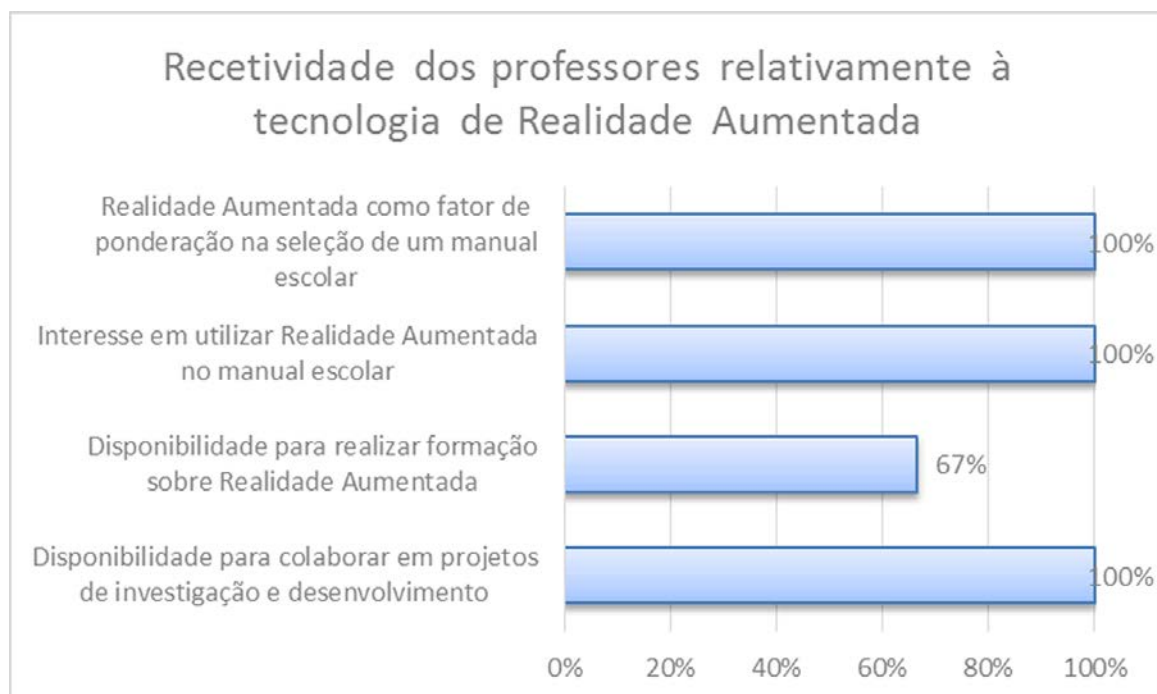


Figura 8-1: Recetividade dos professores relativamente à tecnologia de Realidade Aumentada, Guião de entrevista, pergunta 5.1, 5.2, 5.3 e 5.3.1.

8.1.2 Fase 2 – Utilização de dispositivos móveis dos alunos

- Objetivos do estudo

Tendo em conta que os protótipos desenvolvidos recorrem à tecnologia de RA e por conseguinte necessitam do acesso a dispositivos de computação móveis (DCM) como *smartphones* e *tablets*, julga-se relevante conhecer o atual nível de utilização destes dispositivos entre o público-alvo, isto é, os alunos do 5.º ano do Ensino Básico. Com a aplicação do questionário, pretende-se conhecer o atual nível e tipo de utilização de dispositivos de computação móvel por alunos de uma turma do 5.º ano do ensino Básico. O questionário focou os seguintes parâmetros:

- Dados demográficos, nomeadamente idade e género.
- Acessibilidade a DCM.
- Disponibilidade para utilização do DCM e locais de utilização.
- Tipo de DCM mais usado, propriedade e características.
- Atividades realizadas nos DCM e tempo gasto em cada uma.
- Frequência de utilização para tarefas escolares.
- Frequência de utilização para outras atividades
- Perceções dos alunos relativamente a interesse/satisfação.
- Perceções dos alunos relativamente a valor/utilidade atribuídos.

- Amostra

Para a aplicação do questionário selecionamos aleatoriamente uma turma do 5.º ano da escola Dr. Costa Matos – Vila Nova de Gaia. A amostra foi constituída por 22 alunos, dos quais todos participaram no estudo.

- Processo de recolha dos dados

Os dados foram recolhidos através de um formulário distribuído aos alunos, aos quais foi explicado previamente os objetivos do mesmo bem como uma abordagem sucinta do teor das questões. Para efeitos de comparação e medida, foi permitido⁴¹ aos alunos manusearem os seus DCM, nomeadamente *smartphones*. O questionário continha perguntas fechadas, de seleção múltipla, de escolha múltipla e escalas tipo Likert com cinco entradas em que um corresponde a “Discordo completamente” e cinco corresponde a “Concordo completamente”. Os dados foram tratados estatisticamente com o programa Microsoft Excel.

- Resultados do questionário e conclusões

Pergunta um – Dados demográficos: Relativamente às idades dos alunos, os dados recolhidos mostram que as idades variam entre os dez anos (59%), os onze anos (36%) e os doze anos (5%). Como seria expectável a maioria dos alunos está entre os dez e os onze anos, Figura 8-2.

⁴¹ O Regulamento Interno do agrupamento proíbe a utilização livre destes equipamentos em contexto de sala de aula.

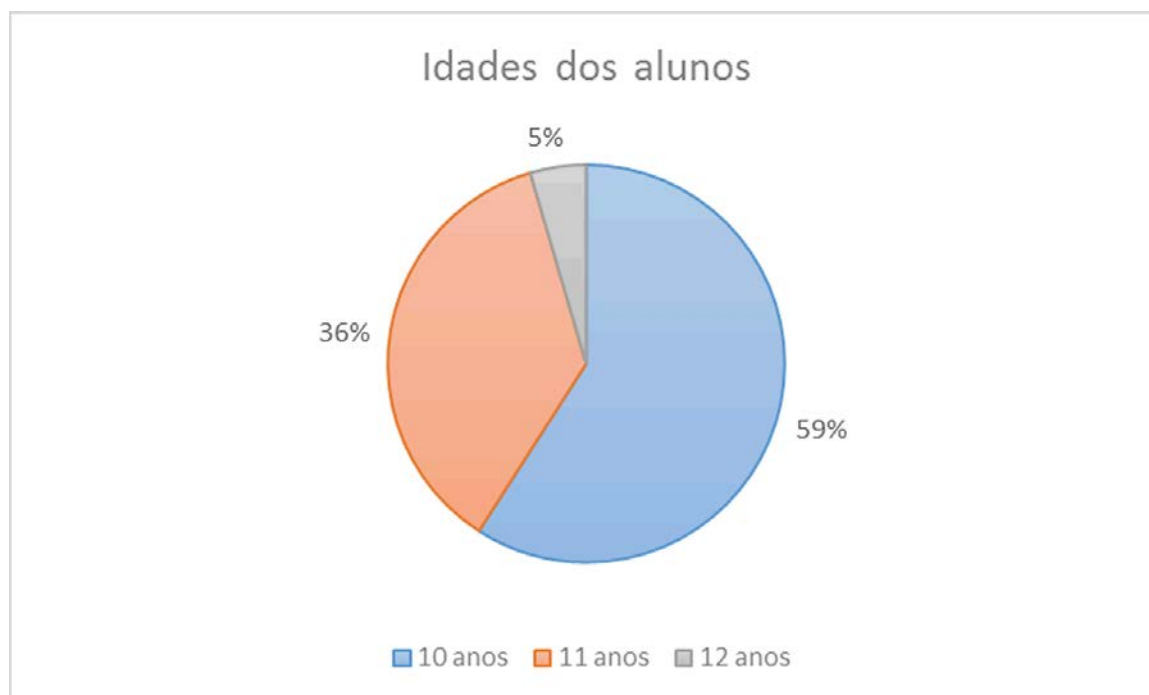


Figura 8-2: Idades dos alunos da turma participante no estudo, pergunta 1.1.

Os dados relativos ao género revela uma maioria de alunos do sexo feminino (73%) versus uma minoria de alunos do sexo masculino (27%), Figura 8-3.

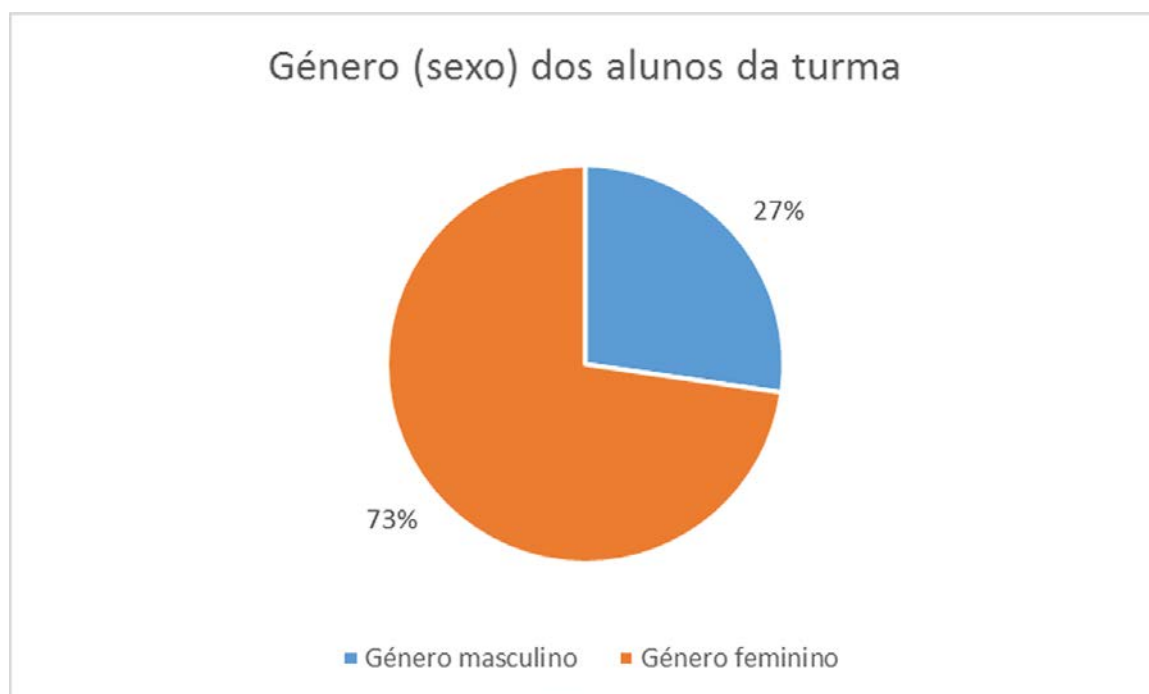


Figura 8-3: Género (sexo) dos alunos da turma participante no estudo, pergunta 1.2.

Pergunta dois – Acesso a dispositivos de computação móvel (DCM)

Os dados relativos à pergunta 2.1 – “Tens acesso a um dispositivo de computação móvel (*smartphone/tablet*)?” – revela que todos os participantes (100%) têm acesso a um DCM, Figura 8-4.

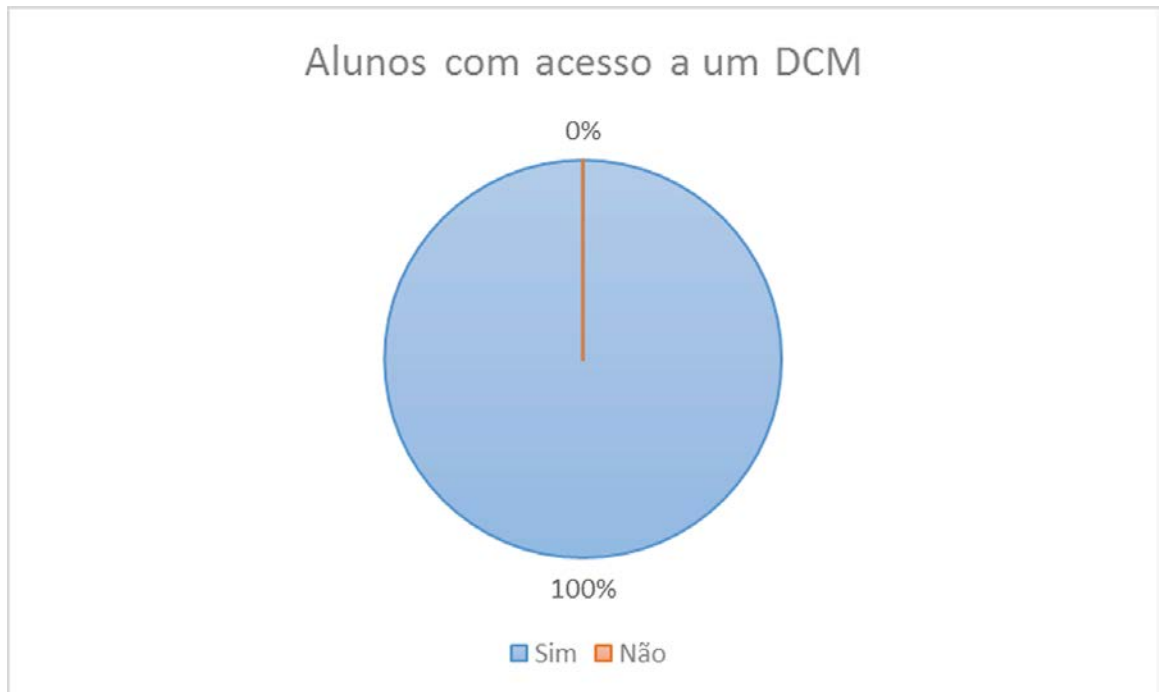


Figura 8-4: Alunos com acesso a DCM, pergunta 2.1.

O questionário previa que os alunos que não tivessem acesso a qualquer destes dispositivos terminasse o questionário. Como todos revelaram acesso, os dados relativos às perguntas seguintes foram preenchidos pela totalidade dos participantes.

A pergunta 2.2 inquiria os participantes sobre a portabilidade permanente do DCM – “Tens um dispositivo móvel sempre contigo?” –. Os dados permitiram constatar que 55% dos alunos tem um DCM sempre na sua posse enquanto 45% tem acesso apenas em locais específicos, Figura 8-5.

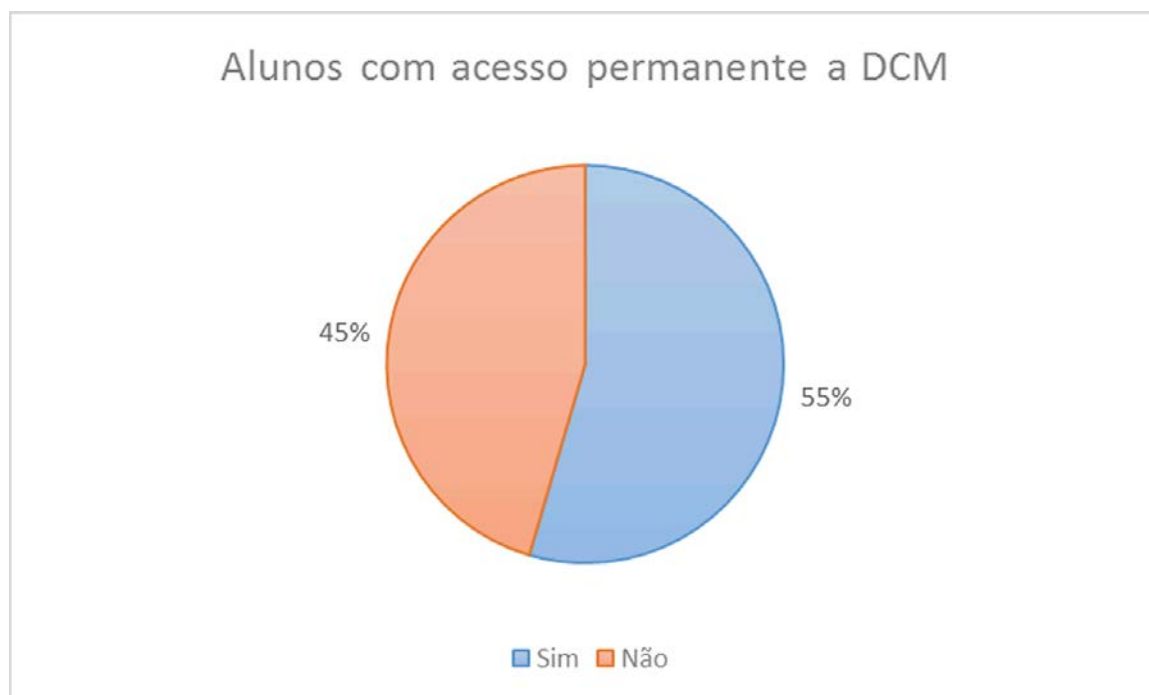


Figura 8-5: Alunos com acesso permanente a um DCM, pergunta 2.2.

No que concerne à utilização de DCM em locais específicos, constata-se que os alunos acedem sobretudo em casa (80%), seguido pela escola (30%) e em casa de familiares e amigos (20%) e outros locais (20%), Figura 8-6.

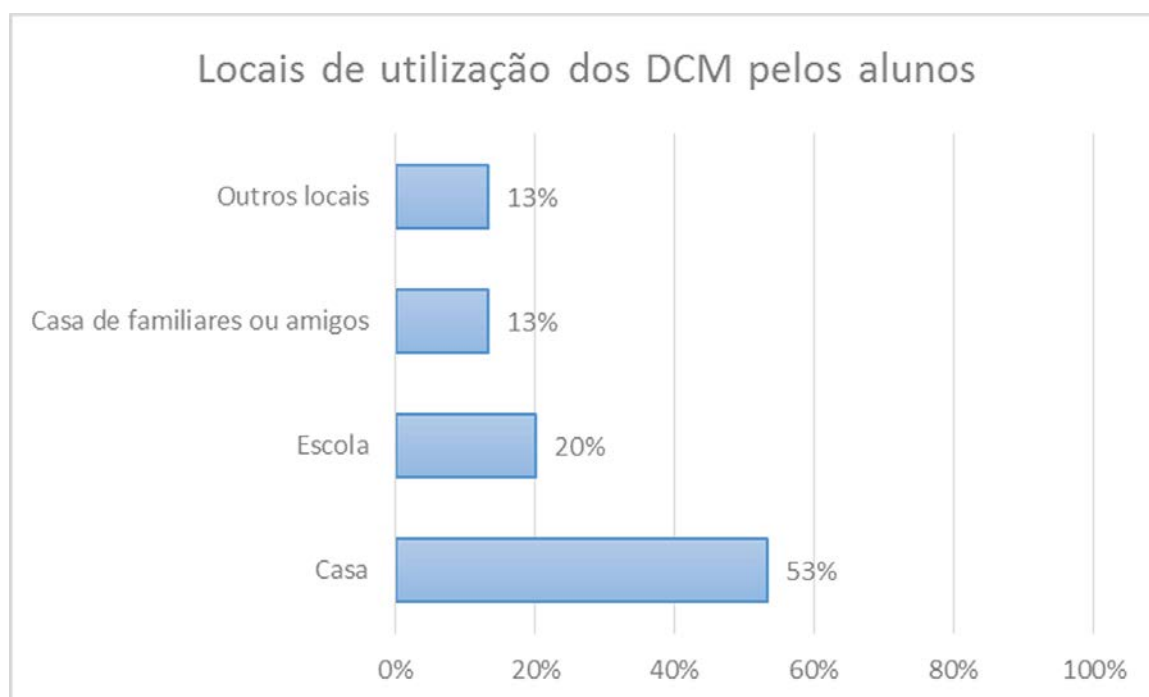


Figura 8-6: Locais de utilização de DCM pelos alunos, pergunta 2.2.1.

Pergunta três – Utilização, propriedade e características dos dispositivos móveis

A pergunta 3.1 solicitava aos inquiridos quais os DCM utilizados frequentemente, independentemente do local específico de utilização – “Indica os dispositivos móveis que usas frequentemente, seja em casa, na escola ou noutro local” -. Os dados, Figura 8-7, indicam que os alunos utilizam sobretudo *smartphones* (51%), seguidos pelos *tablets* (44%). Os computadores híbridos⁴² são utilizados por uma minoria dos alunos (5%).

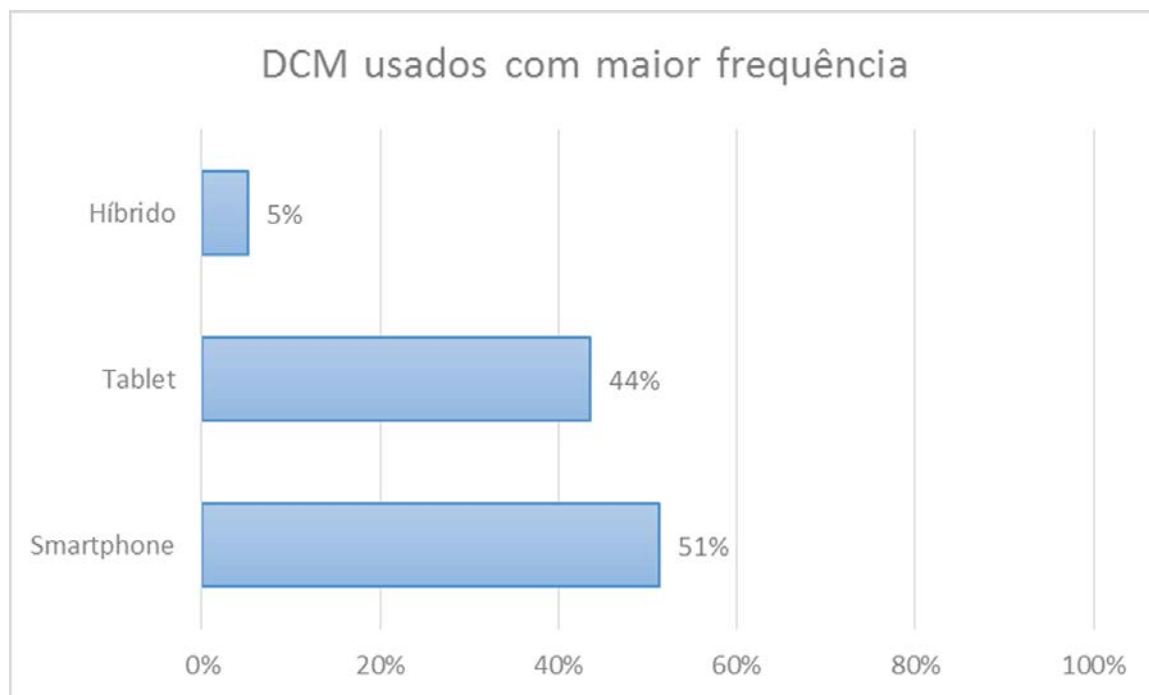


Figura 8-7: DCM usados com maior frequência pelos alunos, pergunta 3.1.

A pergunta 3.2 - “Indica os dispositivos móveis que te pertencem e, caso tenhas um *smartphone* ou *tablet*, indica as suas características” -, focava conhecer quais os DCM que são propriedade do próprio aluno e, nesse caso, as características principais do dispositivo. Os dados, Figura 8-8, mostram que a maioria dos dispositivos possuídos pelos alunos são *smartphones* (53%), seguidos por *tablets* (44%). Uma minoria destes dispositivos são híbridos (3%).

⁴² Dispositivos com sistemas de entrada de dados/interação por *touch* e teclado.

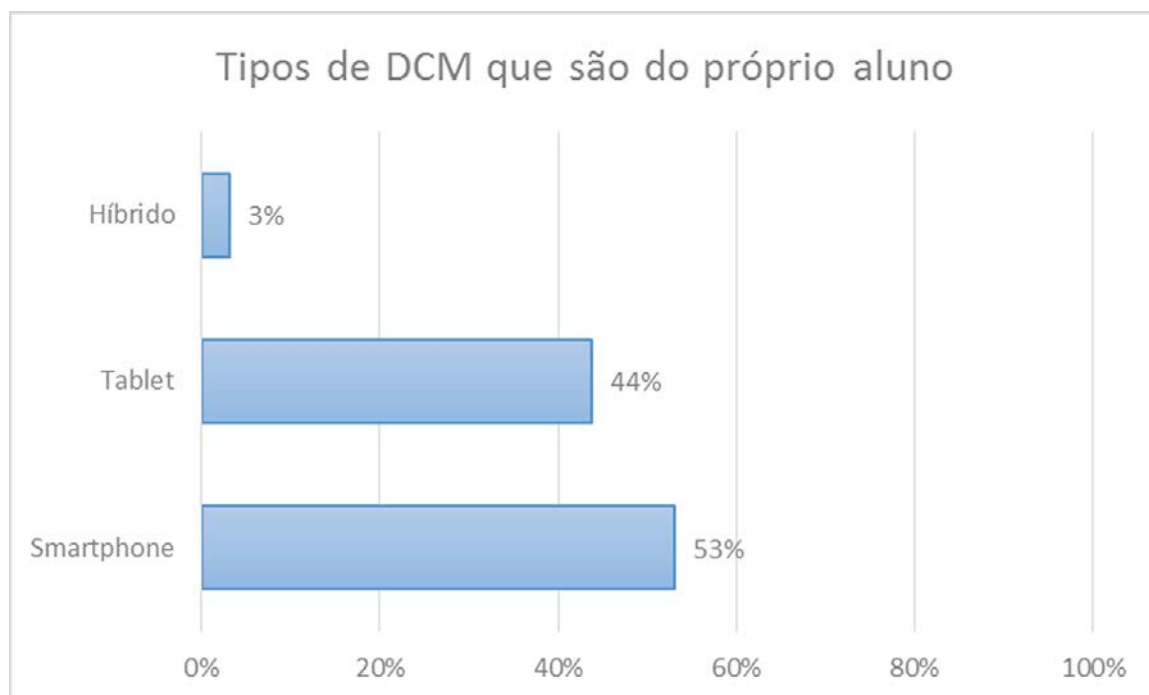


Figura 8-8: Tipos de DCM que pertencem ao aluno, pergunta 3.2.

Foi possível verificar que dentre estes DCM, 9% dos inquiridos não possui nenhum DCM, 36% possuem apenas um, 50% possuem dois e apenas uma minoria de 5% possui 3 ou mais DCM simultaneamente, Figura 8-9.

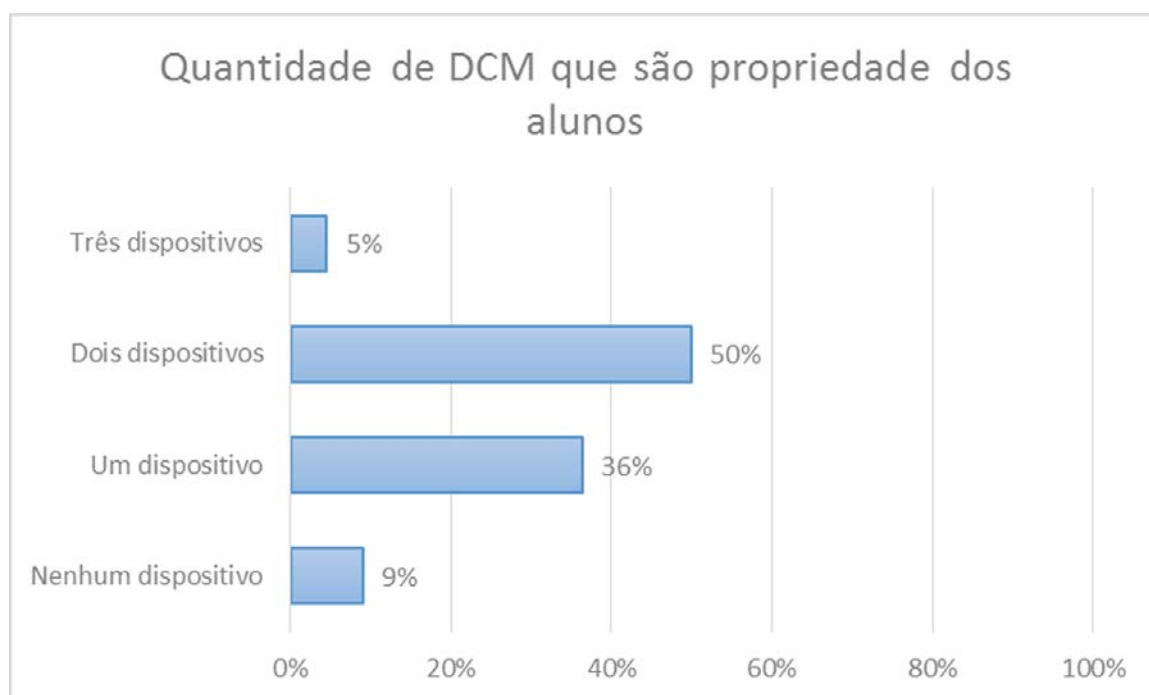


Figura 8-9: Quantificação de DCM na posse dos alunos, pergunta 3.2.1.

A pergunta 3.2.1 – “Se possui um *smartphone* indica as suas caraterísticas” - e 3.2.2 – “Se tens um *tablet* indica as suas caraterísticas” -, inquiria duas caraterísticas importantes relativamente a estes DCM: A dimensão do ecrã e o sistema operativo. Os dados recolhidos permitiram constatar que a maioria dos *smartphones* recorre ao sistema operativo Android (47%). Apenas 3% usam sistema operativos iOS. Relativamente à dimensão dos ecrãs, a maioria tem dimensões “normais”, entre 4 e 5 polegadas (39%). Uma percentagem relativamente menor (11%) tem ecrãs “grandes”, superiores a 5 polegadas, Figura 8-10. Os *tablets* possuem um maior equilíbrio entre os sistemas operativos do que no caso dos *smartphones*, verificando-se uma maioria no entanto uma maioria de sistema Android (33%) relativamente aos sistemas iOS (17%). No que concerne aos ecrãs dos dispositivos, o tamanho “médio” de oito polegadas representa 24% dos dispositivos, seguido de perto por dimensões mais generosas de 10 ou mais polegadas (19%). Apenas 7% dos dispositivos tem ecrãs menores que 8 polegadas, Figura 8-11.

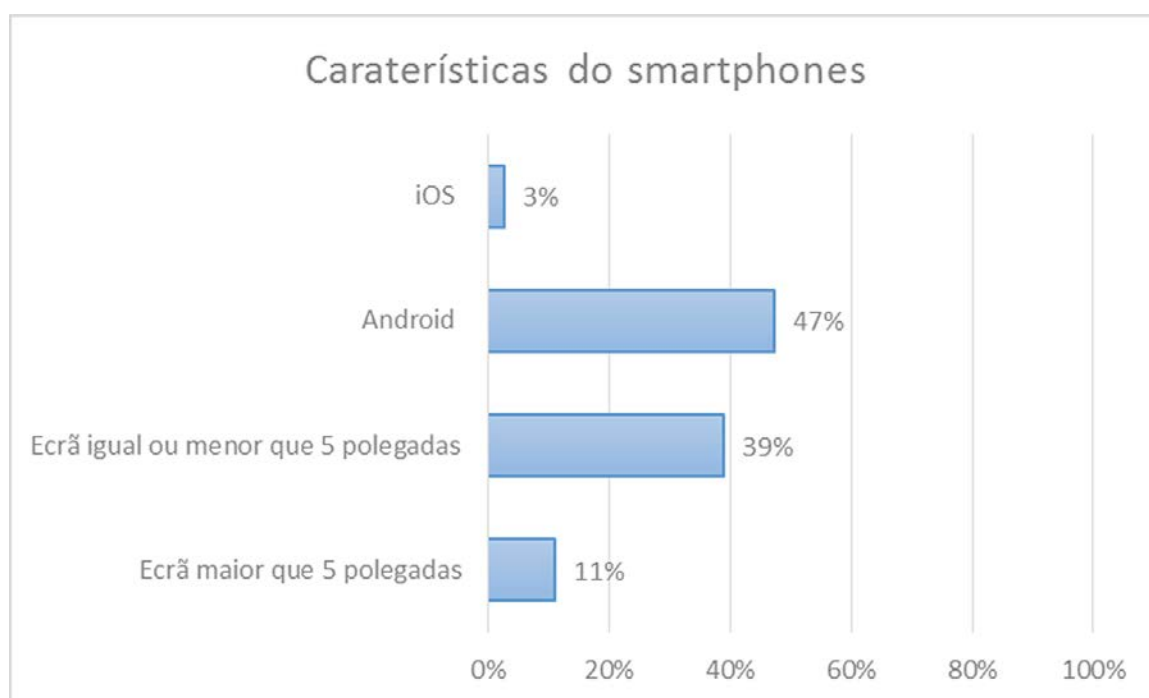


Figura 8-10: Caraterísticas dos *smartphones* (sistema operativo e ecrãs), pergunta 3.2.1

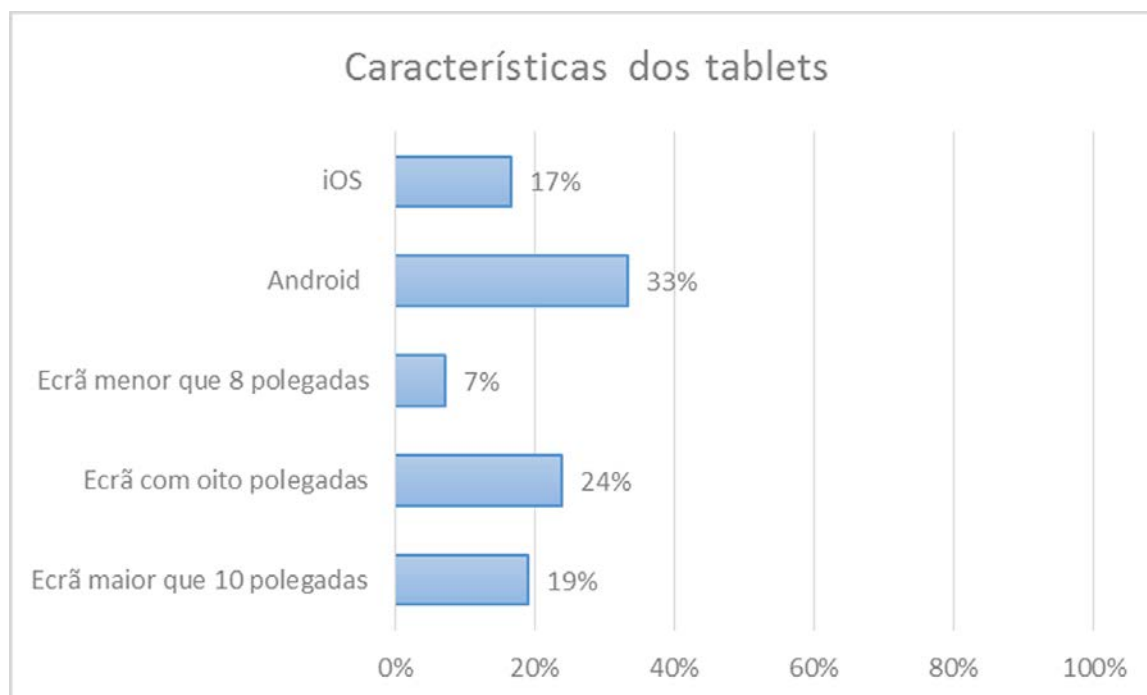


Figura 8-11: Caraterísticas dos tablets (sistema operativo e dimensão do ecrã), pergunta 3.2.2.

Pergunta quatro: Atividades realizadas no dispositivo móvel e tempo gasto nas mesmas.

A pergunta 4.1 – “Indica as atividades que realizas no dispositivo móvel que usas com mais frequência” – permitiu constatar que os alunos realizam variadas atividades. A atividade com maior incidência é “Jogar” (18%) e a que tem menor incidência é “Trabalho de casa e estudo” (8%). As redes sociais, ouvir música/ver vídeos, comunicar com amigos/familiares e navegar na internet são atividades com níveis de incidência muito semelhantes, Figura 8-12.

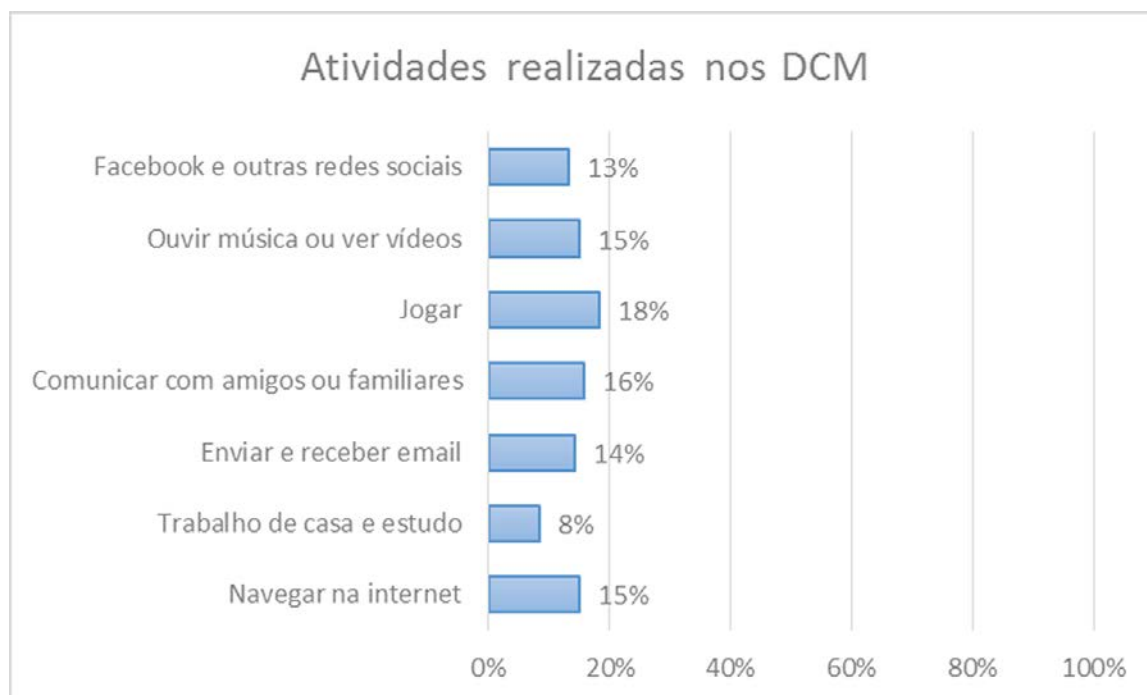


Figura 8-12: Atividades realizadas nos DCM, pergunta 4.1.

A partir da pergunta 4.2 – “Das atividades realizadas no teu dispositivo de computação móvel, indica aquela em que gastas mais tempo” – foi possível perceber que “Jogar” é a atividade que mais tempo consome (43%), sendo indutivamente, a atividade preferida dos inquiridos, seguida de “Comunicar com amigos e familiares” (38%). Tendo em conta que apenas foi permitido escolher uma opção, algumas atividades realizadas com pouca frequência não foram assinaladas, Figura 8-13.

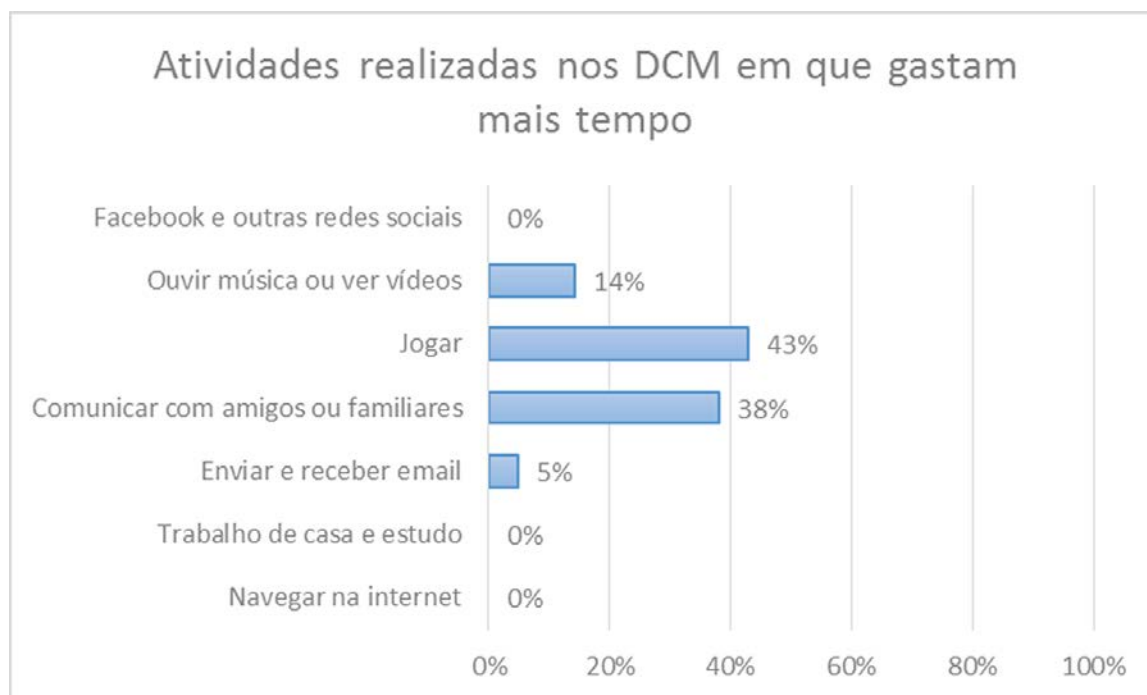


Figura 8-13: Atividades realizadas nos DCM em que os alunos gastam mais tempo, pergunta 4.2

Pergunta 5: Frequência de utilização dos dispositivos de computação móvel

A pergunta 5.1 – “ Com que frequência utilizas um dispositivo de computação móvel para estudar e fazer os trabalhos de casa?” – visa conhecer com que frequência os alunos usam estes recursos tecnológicos para apoiar o seu estudo. Entre os inquiridos 5% utiliza o DCM diariamente para esse fim, 41% utiliza semanalmente, 23% duas a três vezes por mês e 32% raramente ou nunca utilizam o DCM para essa finalidade, Figura 8-14.

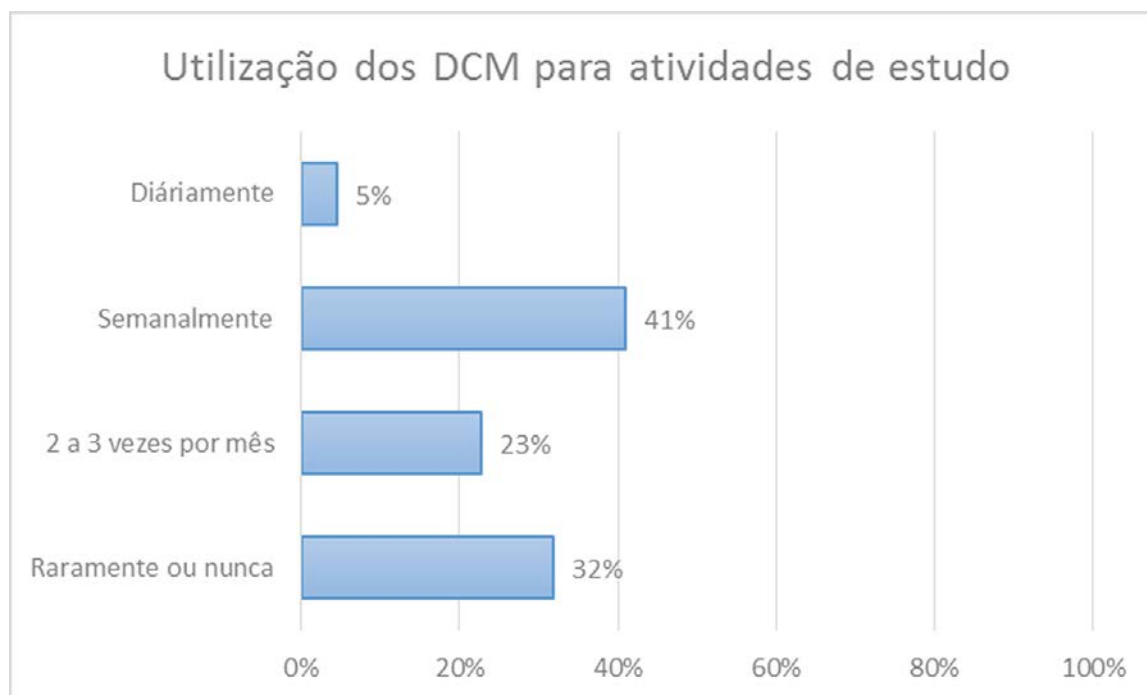


Figura 8-14: Frequência de utilização dos DCM para estudo, pergunta 5.1.

A pergunta 5.2 – “Com que frequência utiliza um dispositivo de computação móvel para outras atividades?” –, indica que 65% dos inquiridos usa diariamente o DCM para outras atividades não relacionadas com a vida escolar, seja estudo ou trabalho casa, 20% utiliza semanalmente, 15% duas a três vezes por mês e, como seria de esperar, a percentagem de inquiridos que utiliza raramente ou nunca o DCM é 0%, Figura 8-15.

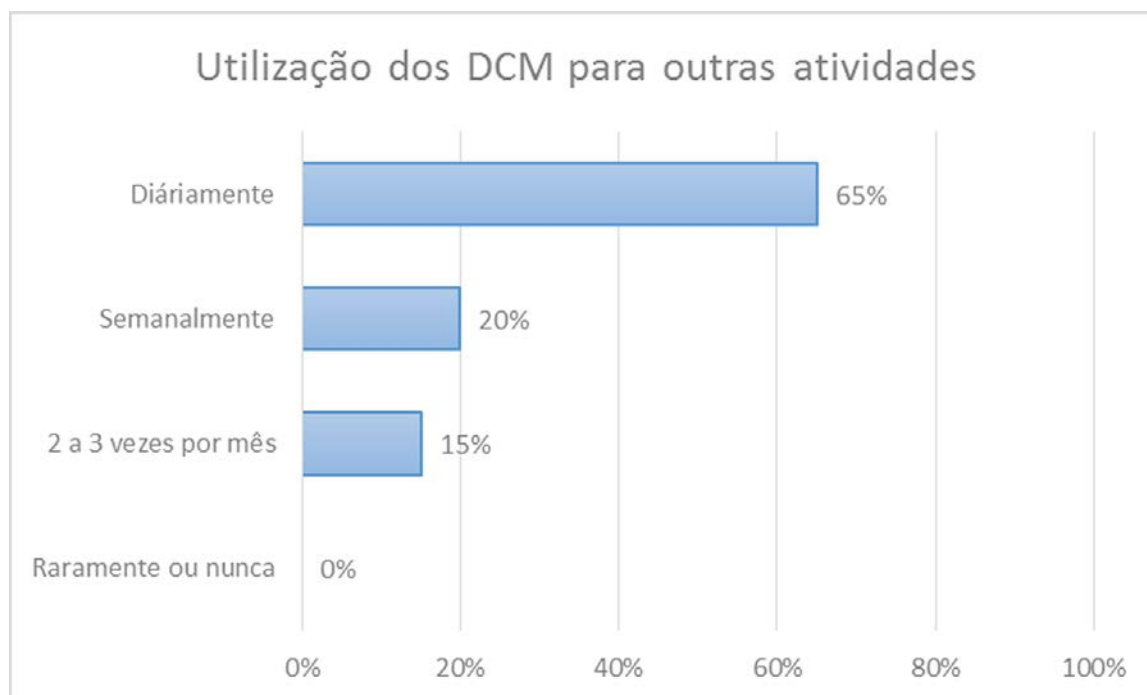


Figura 8-15: Frequência de utilização dos DCM para outras atividades, pergunta 5.2.

Pergunta 6: Atitudes/percepções dos alunos relativamente aos DCM

Para averiguar as atitudes e percepções dos alunos relativamente a parâmetros de interesse, satisfação, valor e utilidade atribuídos aos DCM, recorremos a seis declarações tipo Likert com uma escala de cinco pontos, em que 1 corresponde a “Discordo completamente” e 5 corresponde a “Concordo completamente, focando:

- Interesse/satisfação (perguntas 6.1, 6.2 e 6.3) e,
- Valor/utilidade (perguntas 6.4, 6.5, 6.6).

Os parâmetros de interesse/satisfação podem ser avaliados mediante as respostas às questões 6.1 a 6.3. Relativamente à pergunta 6.1 – “Acho que gosto muito de utilizar dispositivos de computação móvel”, constata-se que a maioria dos inquiridos (95%) concorda plenamente com a afirmação, Figura 8-16.

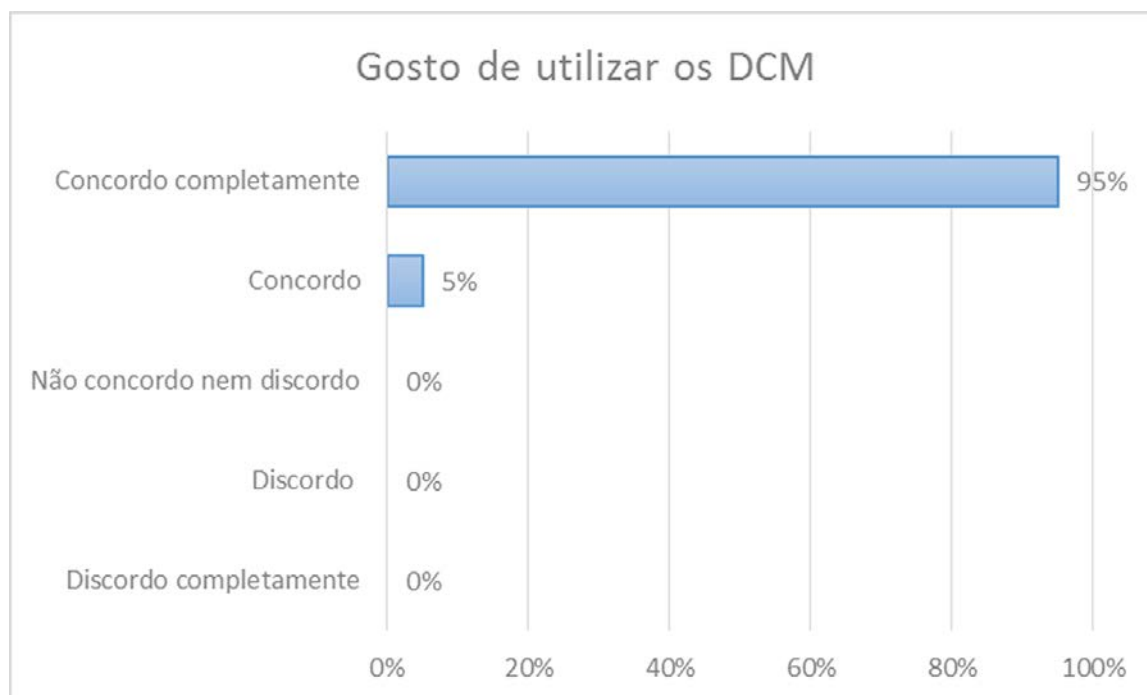


Figura 8-16: Atitudes dos alunos relativamente aos DCM, pergunta 6.1 (interesse/satisfação).

Os dados relativos à pergunta 6.2 – “Penso que utilizar os dispositivos de computação móvel é divertido” aportam informação muito semelhante, com uma diferença de menos 5% entre os participantes que concordam completamente com a afirmação (90%), Figura 8-17.

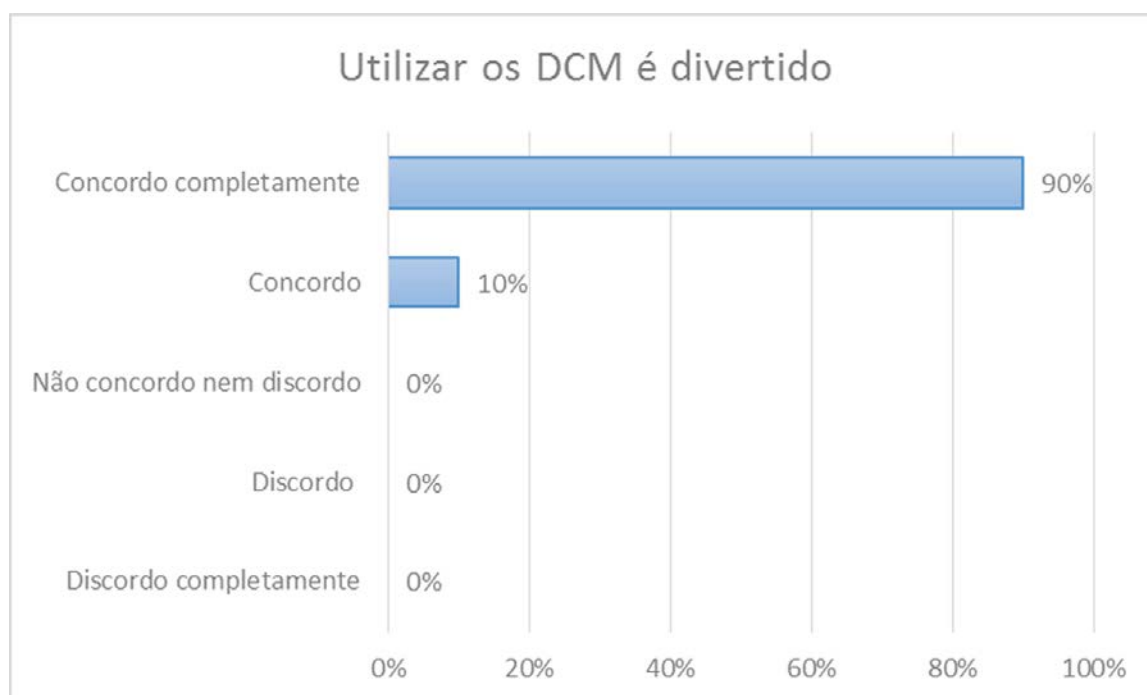


Figura 8-17: Atitudes dos alunos relativamente aos DCM, pergunta 6.2 (interesse/satisfação).

No que concerne à questão 6.3 – “Descreveria a utilização dos dispositivos de computação móvel como algo estimulante” o índice de concordância plena é 45%, de concordância parcial 40% e de neutralidade 10%, Figura 8-18.

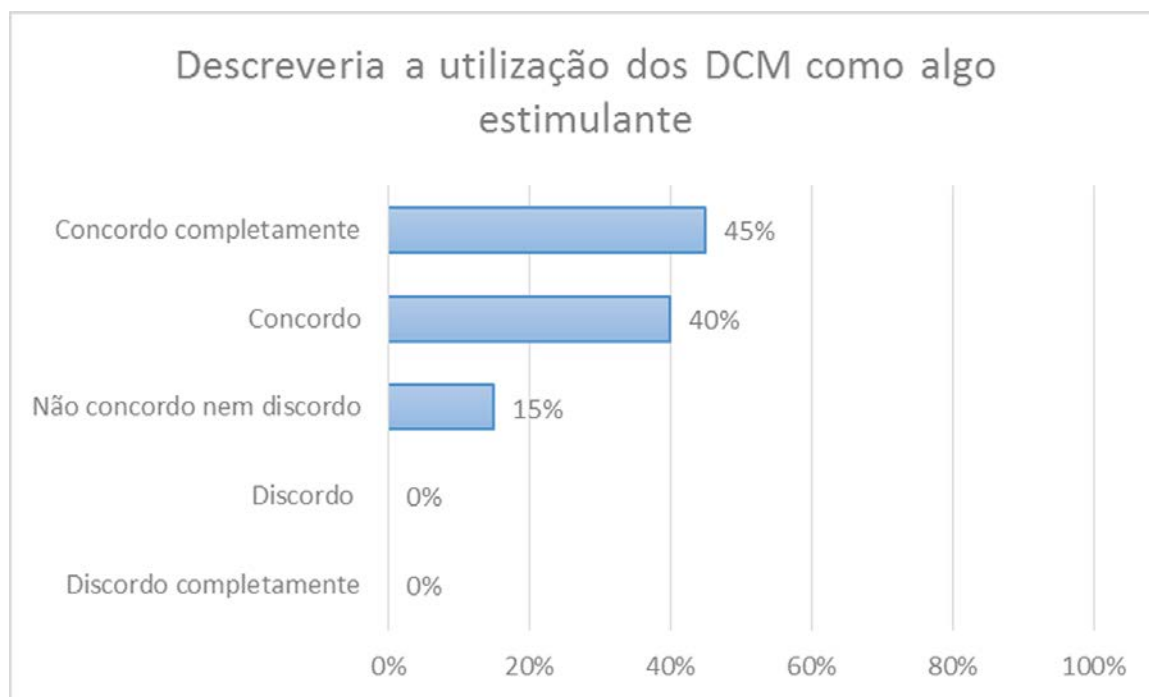


Figura 8-18: Atitudes dos alunos relativamente aos DCM, pergunta 6.3 (interesse/satisfação).

As perguntas 6.4 a 6.6 incidiam em parâmetros de valor/utilidade atribuídos pelos alunos aos DCM. No que concerne à pergunta 6.4 – “Acho que os dispositivos de computação móvel são pouco úteis para mim” -, verifica-se que uma maioria significativa discorda completamente da afirmação (70%) versus 5% que concorda completamente. Entre os restantes inquiridos, 15% discordam e 10% têm uma posição neutra, Figura 8-19.

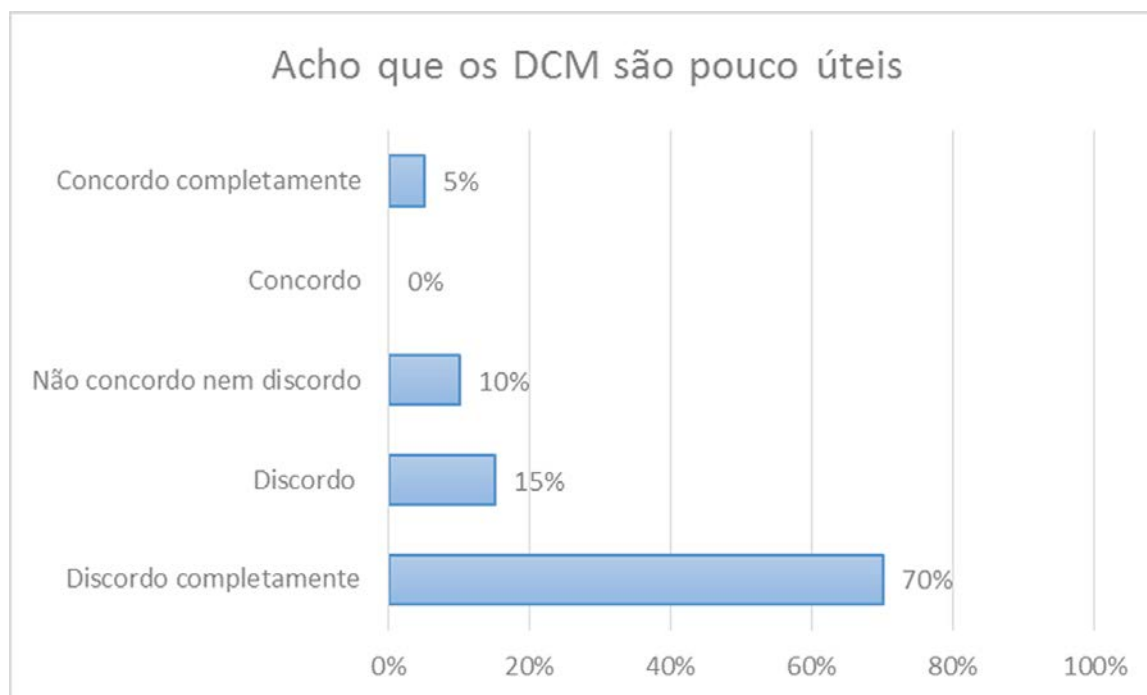


Figura 8-19: Atitudes dos alunos relativamente aos DCM, pergunta 6.4 (valor/utilidade).

Os dados relativos à pergunta 6.5 –“Penso que saber utilizar os dispositivos de computação móveis é importante” -, revelam que 60% dos inquiridos concorda plenamente com a afirmação, 25% concorda e 10% têm uma atitude neutra. Uma minoria de 5% discorda completamente, Figura 8-20.

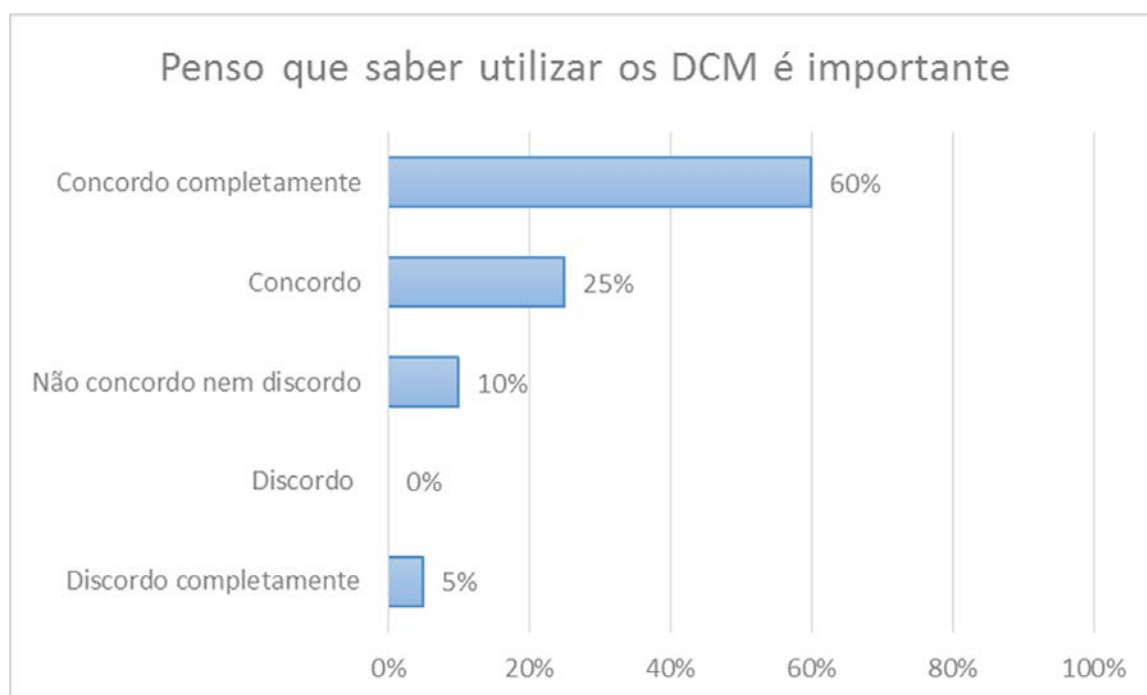


Figura 8-20: Atitudes dos alunos relativamente aos DCM, pergunta 6.5 (valor/utilidade).

Finalmente, os dados recolhidos a partir da pergunta 6.6 –“Penso que os dispositivos de computação móveis podem beneficiar o meu trabalho escolar” -, revelam que 30% concorda completamente com a afirmação, 35% concorda, 20% têm uma atitude neutra, 5% discordam e 10% discorda completamente, Figura 8-21.

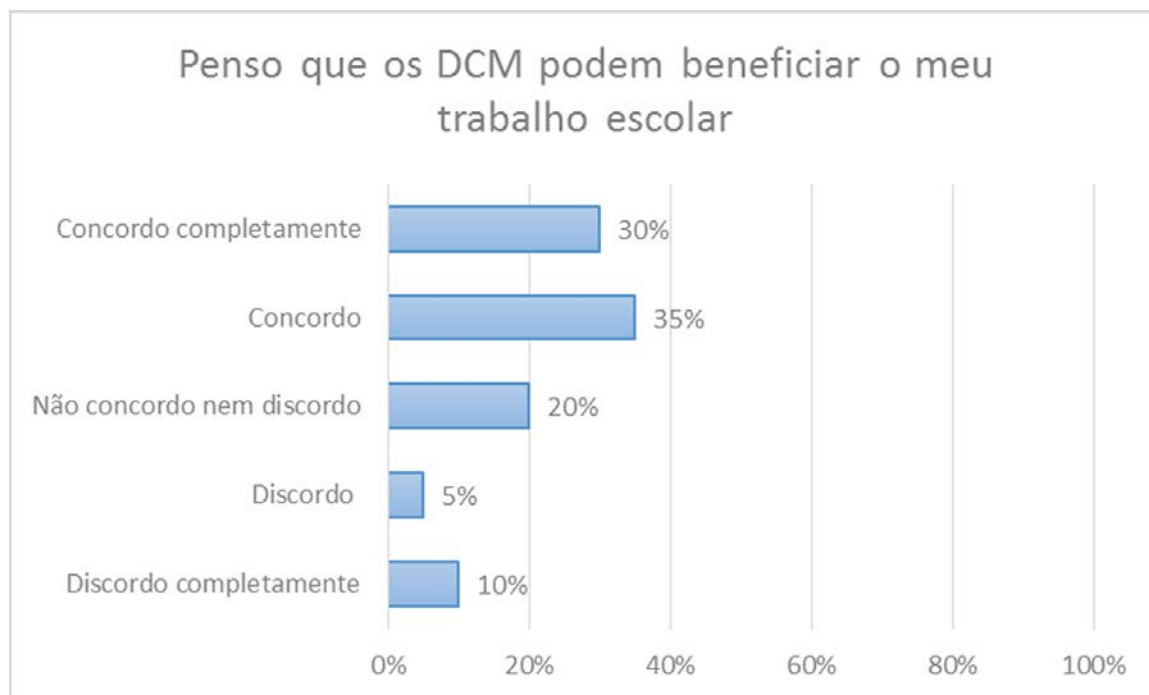


Figura 8-21: Atitudes dos alunos relativamente aos DCM, pergunta 6.6 (valor/utilidade).

8.2 Perceções e atitudes dos alunos

- Objetivos

Um dos objetivos da aumentação do ME Imaginate com RA é proporcionar uma experiência não só útil, mas também fácil de utilizar, despertando nos alunos o desejo de voltar a usar tipo de recursos. Julgamos importante conhecer as reações dos alunos a esta intervenção, nomeadamente no que concerne a aspetos vulgarmente conotados com princípios básicos de usabilidade, tais como confiança, satisfação e eficácia, entre outros.

Para conhecer as perceções dos alunos que participaram na experiência, implementamos um pequeno questionário focando os seguintes parâmetros:

- Frequência de utilização;
- Complexidade;
- Facilidade de utilização;
- Integração das funcionalidades;

- Inconsistências no *design*;
- Facilidade de aprendizagem e utilização;
- Confiança, satisfação e eficácia.

- Porquê a necessidade do estudo?

A investigação foi conduzida na perspetiva de DCU e, de acordo com esse paradigma, é importante conhecer as perceções dos alunos relativamente à experiência, em termos de usabilidade. Os dados empíricos obtidos sobre a efetividade dos protótipos permitirá melhorar os mesmos, adaptando-os ao público-alvo a que se destinam. Este procedimento está na génese da metodologia de investigação adotada, a *Development Research* (Lencastre, 2012). Os dados recolhidos permitirão refinar os protótipos de RA, resolvendo eventuais problemas detetados.

- O que vai ser medido?

Os dados recolhidos a partir dos inquéritos serão utilizados para melhorar os protótipos e experiências de RA e focam elementos fundamentais como:

- Satisfação (p1);
- Facilidade de utilização (p3, p4, p5, p10);
- Facilidade de aprendizagem (p6);
- Valor/utilidade (p7)
- Funcionalidade e consistência do interface (p2 e p8);
- Confiança (q9).

- Métodos e técnicas de recolha de dados

Para recolher os dados utilizamos um questionário disponibilizado aos alunos que utilizaram o ME aumentado. O questionário implementado é uma versão adaptada do *System Usability Scale* (SUS) proposto por John Brooke (Brooke, 1996).

- Amostra

A amostra corresponde a metade dos alunos da turma, identificados como grupo B.

- Recolha dos dados

Foi explicado aos alunos o objetivo do questionário, o qual foi preenchido imediatamente após a intervenção. O questionário utiliza dez declarações tipo Likert com uma escala de cinco pontos, em que 1 corresponde a “Discordo completamente” e 5 corresponde a “Concordo completamente”.

- Tratamento dos dados

O SUS devolve um número único, representando a medida composta da usabilidade geral do sistema em estudo. As pontuações nos itens individuais não são significativas individualmente. As pontuações do SUS são determinadas de acordo com as seguintes regras: A pontuação para cada questão está entre zero e quatro. Para as questões um, três, cinco, sete e nove, a pontuação é igual à posição marcada na escala menos um, isto

é, subtrai-se um à resposta do utilizador nas questões ímpares. Relativamente às questões dois, quatro, seis, oito e dez, subtrai-se o valor assinalado na escala a cinco. A pontuação final do SUS é obtida adicionando as respostas convertidas e multiplicando o resultado por dois vírgula cinco (2,5). Os resultados do SUS são apresentados em escala de zero a cem (Brooke, 1996). Embora o SUS seja amplamente usado, existe pouca orientação para a interpretação dos resultados. Segundo Bangor, Kortum, & Miller (2009), o conceito de aplicar uma classificação baseada em letras à usabilidade do sistema, é uma forma fácil de obter um ponto de referência, facilmente compreendido por todos.

As pontuações do sistema são classificadas do segundo modo:

- A – Pontuações acima de noventa: Produto/sistema excepcional;
- B – Pontuações entre oitenta e noventa: Produto/sistema bom;
- C – Pontuações entre setenta e oitenta: Produto/sistema aceitável;
- D – Pontuações abaixo de setenta: Produto/sistema com problemas de usabilidade.

Os dados do estudo foram tratados estatisticamente com o programa Microsoft Excel.

- Resultados e recomendações

Os dados recolhidos permitiram analisar parâmetros como satisfação, facilidade de utilização, facilidade de aprendizagem, funcionalidade, consistência do interface e confiança, bem como a pontuação do SUS.

A satisfação pode ser percebida a partir das respostas à questão 1 – “Penso que gostaria de utilizar este tipo de recurso frequentemente” -. Os dados indicam que 88% dos alunos concordam plenamente e 13% concordam, Figura 8-22.

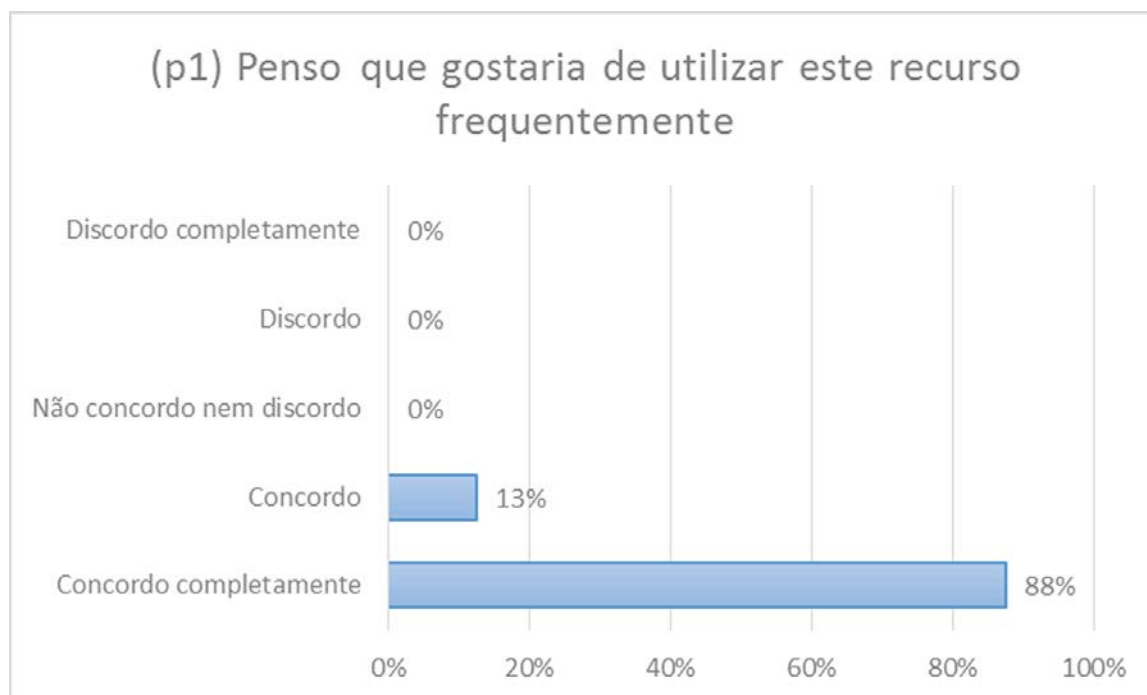


Figura 8-22: Questionário 2, pergunta um (satisfação).

A facilidade de utilização é perceptível na análise dos dados relativos às perguntas três – “Julgo que os protótipos são fáceis de usar”, quatro – “Penso que preciso da ajuda de um professor para utilizar estes protótipos”, cinco – “Acredito que a maioria das pessoas podem aprender a utilizar facilmente estes protótipos” e dez – “Acho que os protótipos dão muito complicados de usar”. Os dados relativos à pergunta três mostram que 13% dos alunos optam por uma atitude neutra, 63% concordam e 25% concordam plenamente com a afirmação, Figura 8-23.

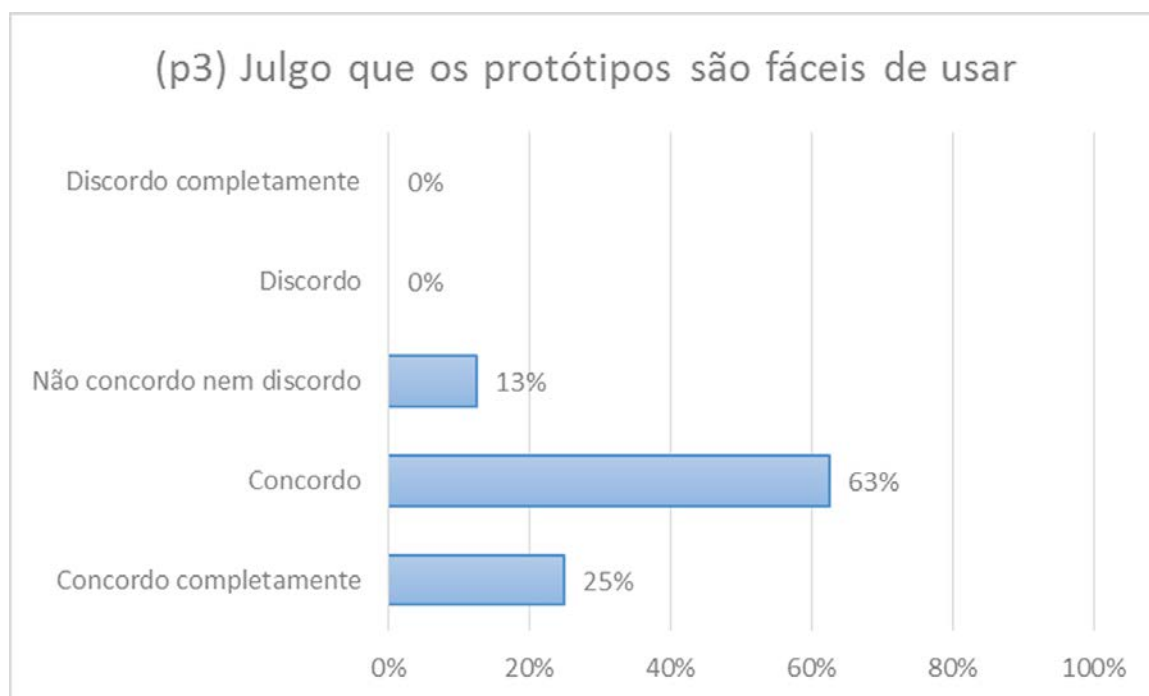


Figura 8-23: Questionário 2, pergunta três (facilidade de utilização).

Os dados relativos à pergunta quatro permitem constatar que 38% dos alunos discorda, 50% não concordam nem discordam e 13% concordam com a afirmação, Figura 8-24.

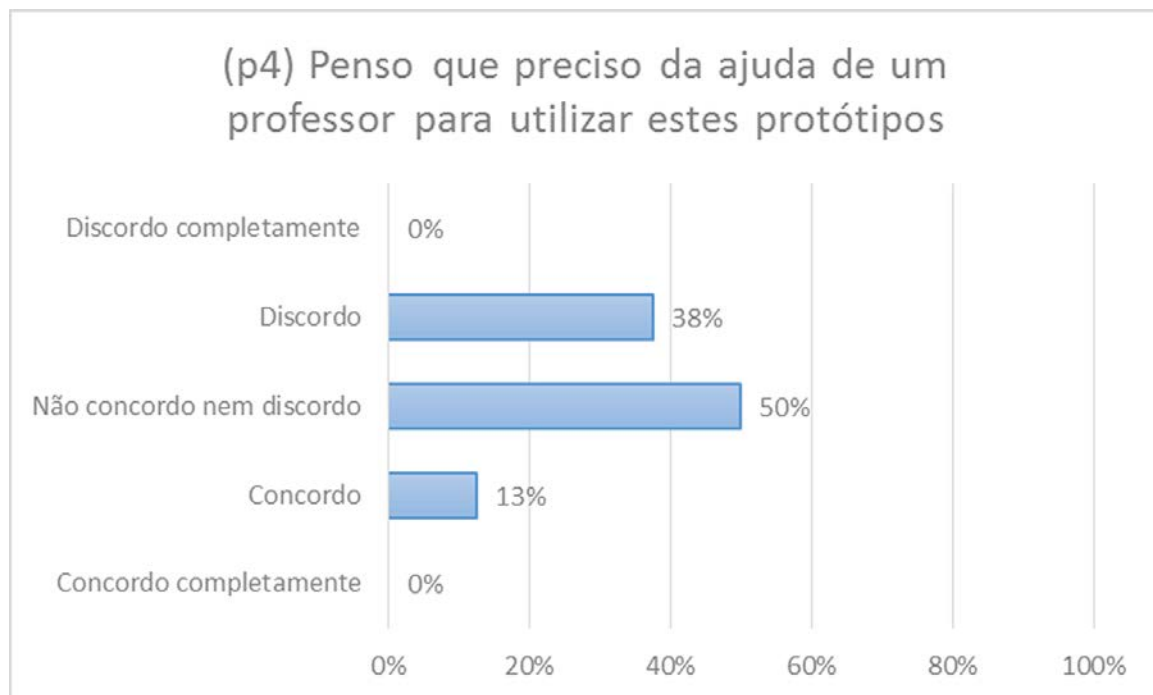


Figura 8-24: Questionário 2, pergunta quatro (facilidade de utilização).

No que concerne à pergunta cinco, os dados revelam que 13% dos alunos concorda e 88% concorda completamente com a afirmação, Figura 8-25.

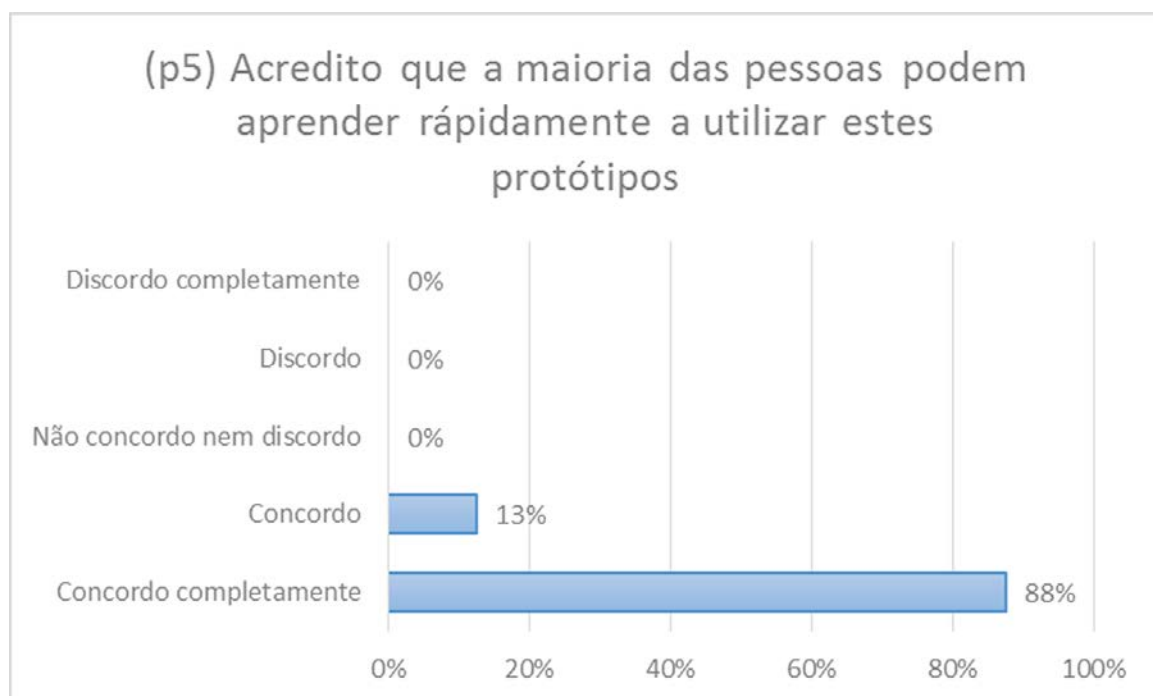


Figura 8-25: Questionário 2, pergunta cinco (facilidade de utilização).

Os dados relativos à pergunta dez permitem constatar que 63% dos alunos inquiridos discorda completamente, 13% discorda e 25% não concordam nem discordam com a afirmação, Figura 8-26.

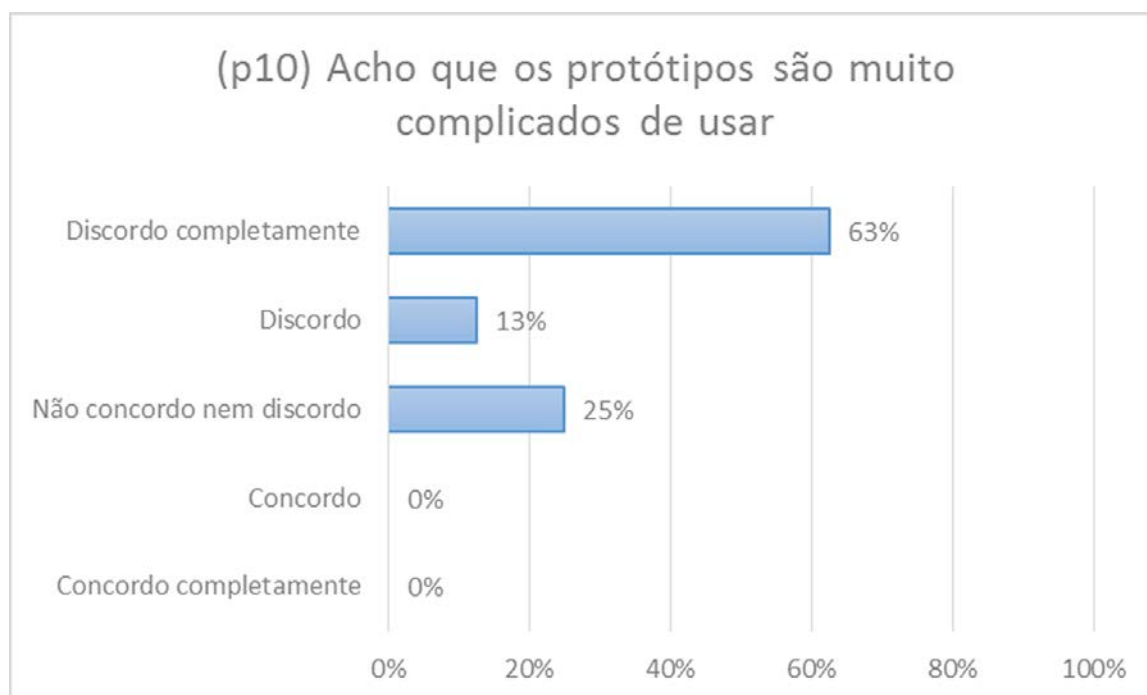


Figura 8-26: Questionário 2, pergunta dez (facilidade de utilização).

A facilidade de aprendizagem é perceptível na análise dos dados relativos à pergunta seis – “Não é preciso aprender muitas coisas para poder utilizar estes protótipos”. Os dados recolhidos mostram que 13% dos alunos não concorda nem discorda, 25% concorda e 50% concordam completamente, Figura 8-27.

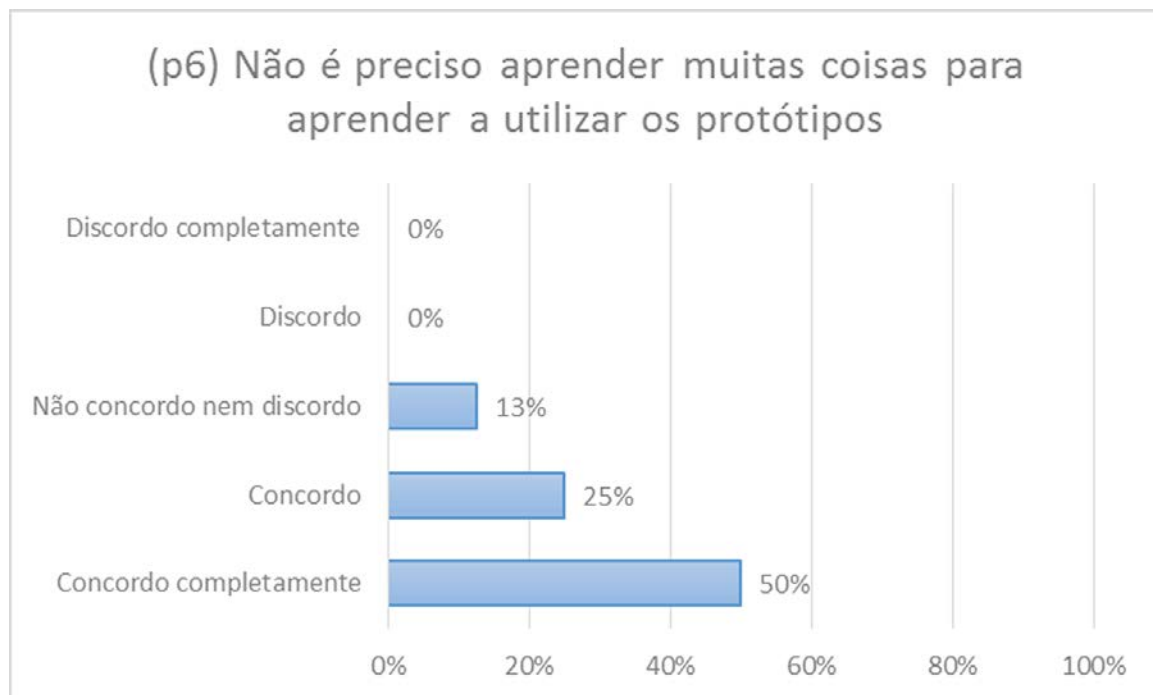


Figura 8-27: Questionário 2, pergunta seis (facilidade de aprendizagem).

O parâmetro de valor/utilidade é perceptível na análise dos dados relativos à pergunta sete – “Julgo que os protótipos me ajudam a perceber melhor a matéria”. Os dados recolhidos mostram que 100% dos alunos concorda completamente com a afirmação, Figura 8-28.

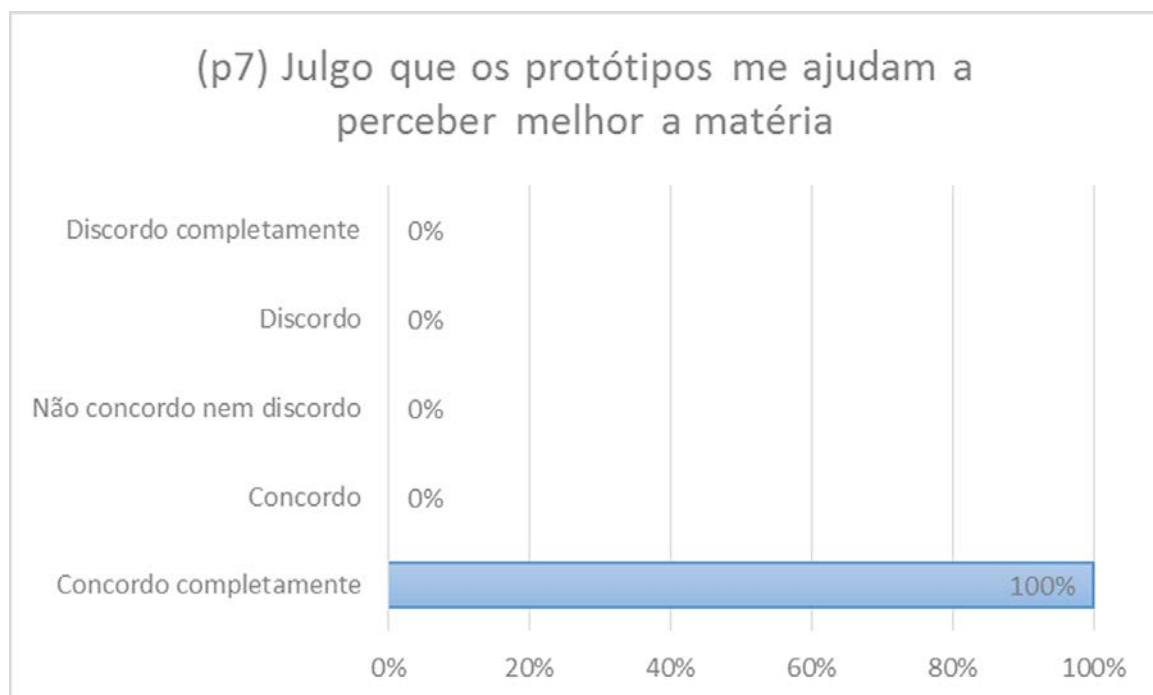


Figura 8-28: Questionário 2, pergunta dez (valor/utilidade).

A percepção da funcionalidade dos protótipos é patente na análise dos dados relativos à pergunta dois – “Acho que os interfaces dos protótipos são muito confusos” e oito – “Acho que os interfaces dos protótipos apresentam muitas coisas confusas”. Relativamente à pergunta dois, constata-se que 25% dos alunos inquiridos discorda completamente, 38% discordam e 38% não concordam nem discordam com a afirmação, Figura 8-29.

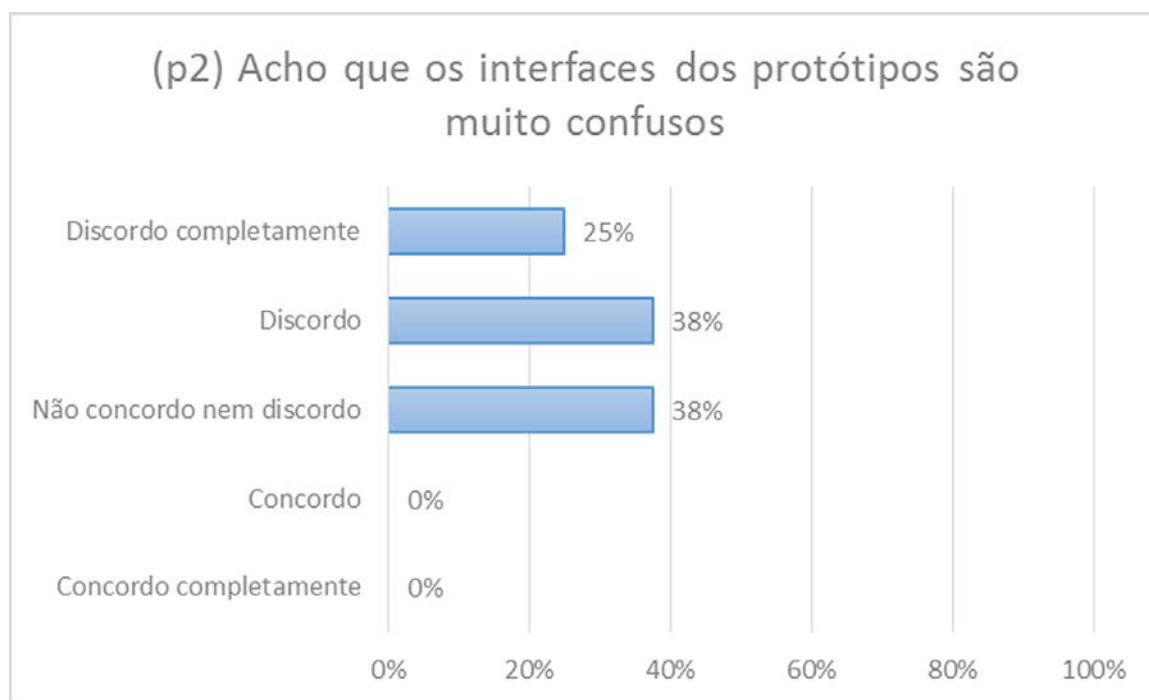


Figura 8-29: Questionário 2, pergunta dois (funcionalidade/consistência do interface).

No que diz respeito à pergunta oito, verifica-se que 13% dos alunos inquirido discorda completamente, 25% discorda, 38% não concorda nem discorda, 13% concorda e 13% concorda plenamente com a afirmação, Figura 8-30.

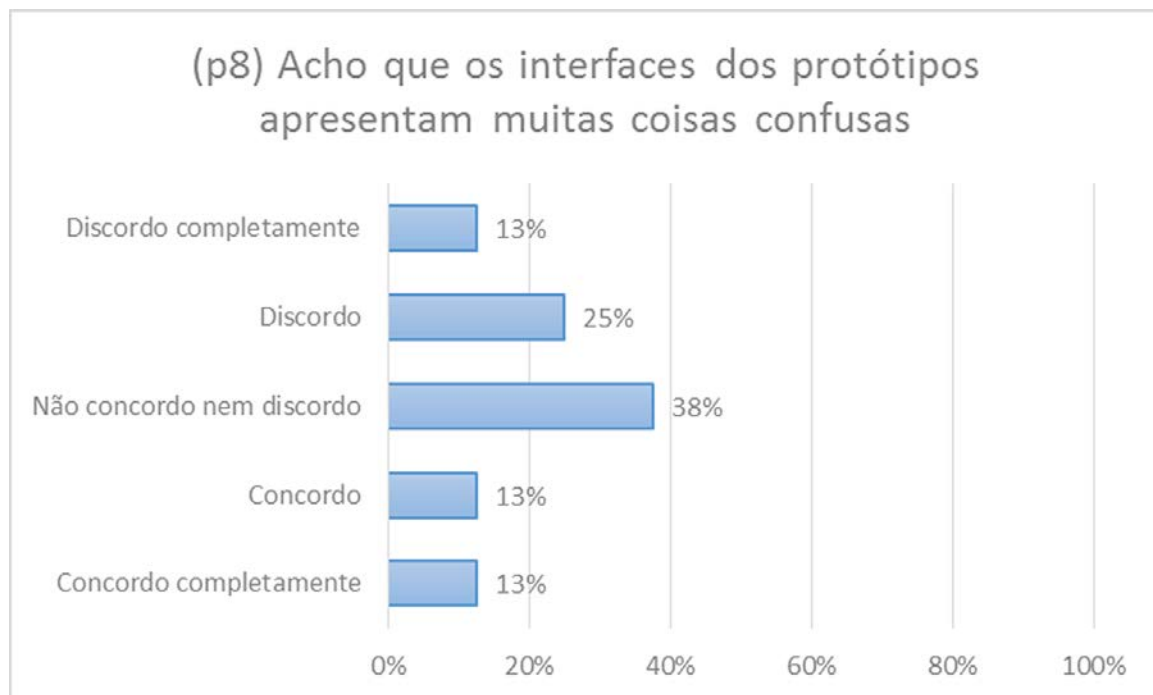


Figura 8-30: Questionário 2, pergunta oito (funcionalidade/consistência do interface).

O parâmetro confiança é perceptível na análise dos dados relativos à pergunta nove – “Senti-me muito à vontade ao explorar os protótipos”. Os alunos são unânimes e 100% concordam plenamente com a afirmação, Figura 8-31.

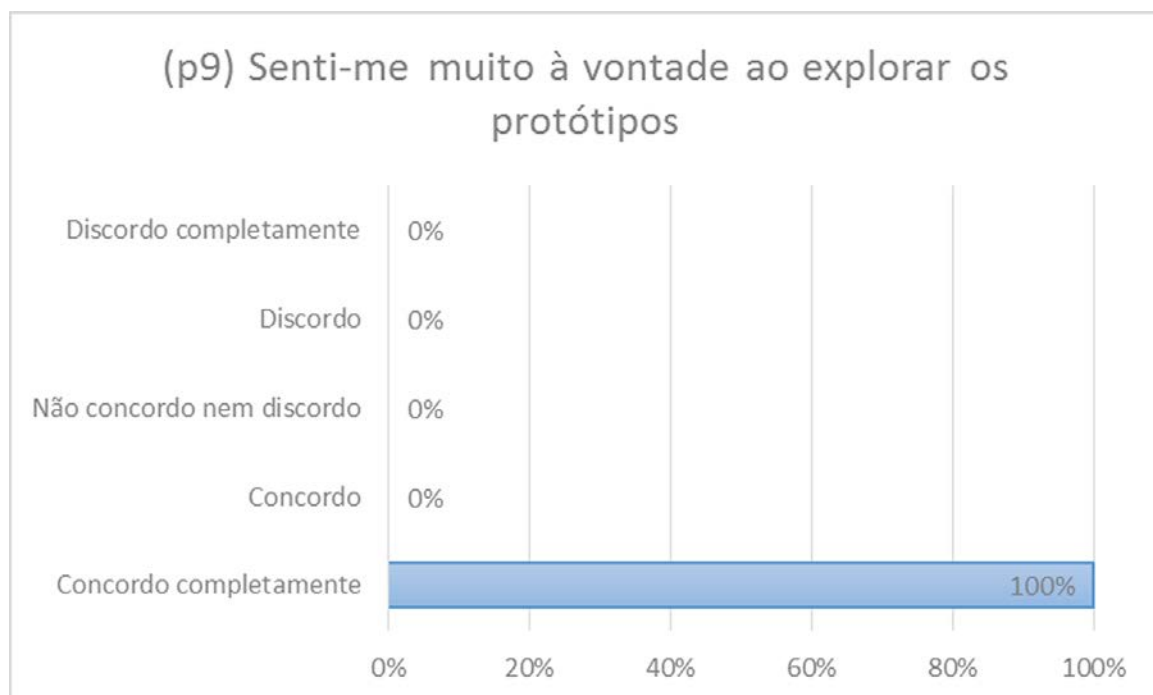


Figura 8-31: Questionário 2, pergunta nove (confiança).

8.3 Estudo experimental comparativo

- Objetivos do estudo

Pretende-se perceber se a introdução de conteúdos digitais suportados por tecnologia de RA torna o ME um melhor objeto de estudo para os alunos e se os alunos aprendem melhor a partir do manual aumentado. Para esse efeito foi desenhado um estudo comparativo para verificar se ocorrem alterações na qualidade da aprendizagem, sobretudo em termos de compreensão e aplicação de conhecimentos. O estudo compreendeu as seguintes fases:

- Seleção aleatória de dois grupos (A e B) em turma do 5.º ano do Ensino Básico.
- Pré-teste: Realização de um teste escrito com quatro grupos de perguntas (grupo I – visão e perceção; grupo II – Representação do espaço bidimensional e tridimensional; grupo III – Estruturas modulares e grupo IV – Divisão da circunferência em cinco partes e inscrição de um polígono estrelado). O pré-teste foi realizado pelos grupos A e B.
- Pós-teste: Realização de um teste escrito com quatro grupos de perguntas (grupo I – visão e perceção; grupo II – Representação do espaço bidimensional e tridimensional; grupo III – Estruturas modulares e grupo IV – Divisão da circunferência em cinco partes e inscrição de um polígono estrelado). O pós-teste foi realizado pelos grupos A e B. O grupo A utilizou o ME como suporte de estudo, o grupo B utilizou o ME aumentado com RA como suporte de estudo.

Os resultados obtidos no pré-teste permitiram estabelecer uma linha de base comparativa relativamente aos conhecimentos iniciais dos alunos e compará-los com o pós-teste realizado depois da intervenção pelos dois grupos. O teste utilizado antes e após a intervenção foi o mesmo, mas os participantes não tiveram conhecimento do facto previamente.

Os pré-testes foram realizados em sessão de cinquenta minutos na aula de EV. As intervenções e pós-testes foram realizados na sessão seguinte (na mesma semana), com a mesma duração, na aula de EV.

O tempo recomendado para o pós-teste foi de trinta minutos, com tolerância de 20 minutos. Foi registado através da técnica de observação direta o tempo gasto por cada grupo e as interações entre alunos.

- Porquê a necessidade do estudo?

Muito do trabalho de investigação na área da RA aplicada em contextos educativos é de natureza qualitativa, focando sobretudo as perceções e atitudes dos intervenientes relativamente à tecnologia em si, ou, a experiência de aprendizagem proporcionada. O estudo comparativo realizado desenhado para esta investigação permitirá comparar resultados efetivos de aprendizagem decorrentes da utilização do ME tradicional e de uma versão do ME aumentada com recurso à tecnologia de RA.

- Equipamento necessário

Para a realização do estudo foram criados quatro protótipos de RA, testes escritos e um folheto informativo para suporte de informação aos alunos intervenientes no estudo.

- Métodos e técnicas de recolha de dados

Os dados foram recolhidos a partir das matrizes de correção dos testes escritos e por observação direta.

- Amostra e perfil da mesma

Para a aplicação do estudo comparativo selecionamos aleatoriamente uma turma do 5.º ano da escola Dr. Costa Matos – Vila Nova de Gaia. A amostra foi constituída por 22 alunos, dos quais todos participaram no estudo.

- Critérios de seleção da amostra

Para a realização do estudo comparativo, dividiu-se a turma em dois grupos, através de um processo aleatório. Os grupos foram denominados respetivamente: Grupo A e grupo B. O grupo A recorreu ao ME sem alterações, o grupo B recorreu ao ME aumentado.

- Recolha dos dados

Os dados foram recolhidos nas folhas de teste distribuídas e preenchidas antes e depois da intervenção. Os resultados da observação direta foram recolhidos em grelha de registo preenchida pelo *logger*.

- Tratamento dos dados

A partir da análise das pontuações em cada grupo, comparam-se os resultados dos grupos com as respetivas linhas de base. Compararam-se também as diferentes abordagens de ensino, respetivamente recorrendo ao ME e ao ME aumentado. O tratamento estatístico foi elaborado no programa Microsoft Excel.

- Síntese dos resultados e recomendações

Da análise dos dados obtidos nos testes observou-se que ambos os grupos obtiveram pontuações médias semelhantes no que concerne aos pré-testes, respetivamente 29% para o grupo A e 27% para o grupo B. Relativamente aos resultados dos pós-testes constatou-se que se verificou melhoria em ambos os grupos. O grupo A obteve uma média de 43% e o grupo B uma média de 61%, Figura 8-32.

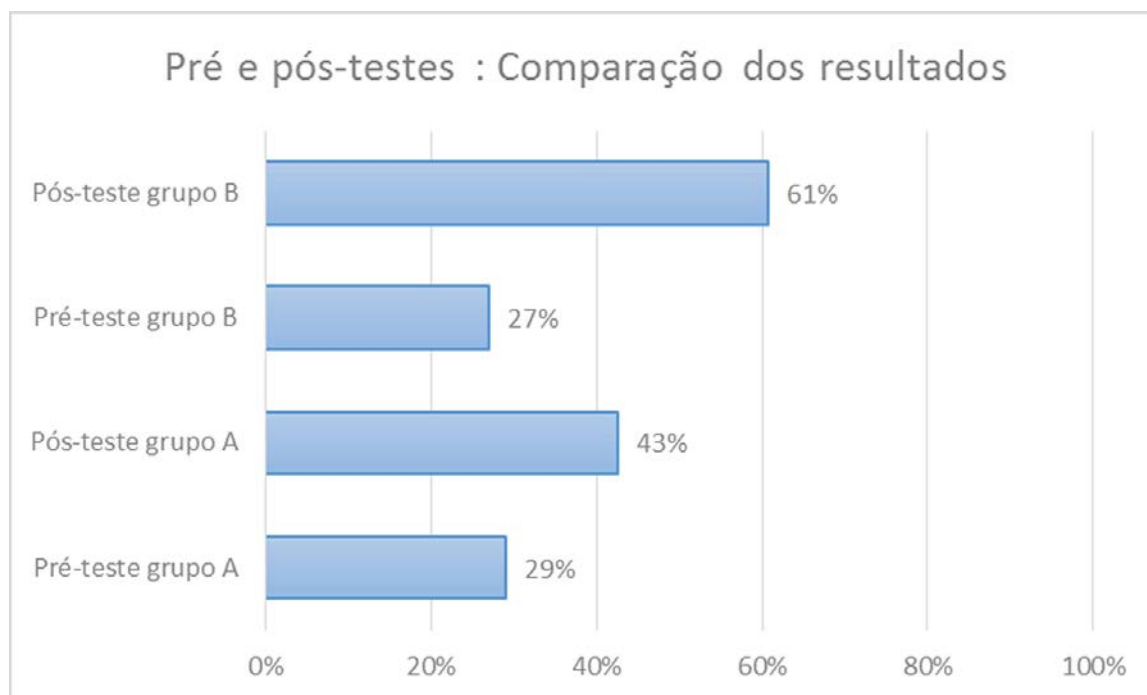


Figura 8-32: Resultados obtidos nos pré e pós-testes dos grupos A e B.

Tendo em conta a linha de base estabelecida para cada grupo relativamente aos seus conhecimentos anteriores à intervenção, verifica-se uma evolução percentual modesta relativamente ao ME como recurso de estudo (14%). No que concerne ao livro aumentado com RA, verifica-se uma evolução mais significativa (34%), Figura 8-33.

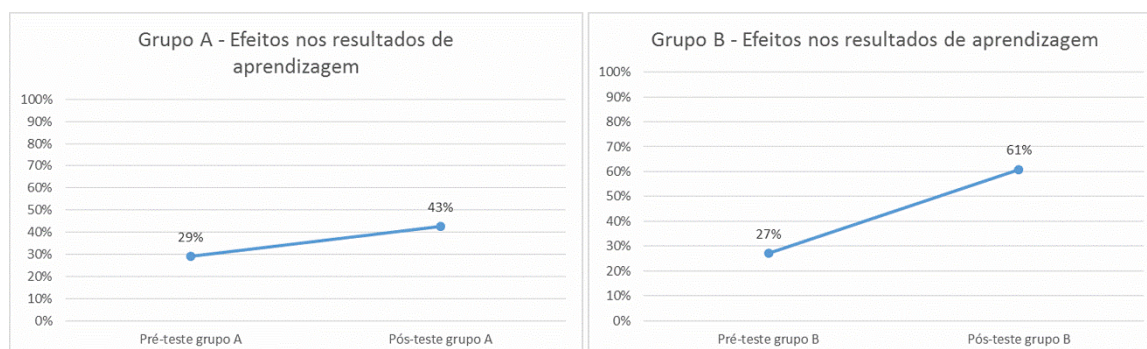


Figura 8-33: Efeitos decorrentes da intervenção nos resultados de aprendizagem, grupo A e B.

A partir dos dados recolhidos na grelha de observação direta, constatou-se que os alunos que utilizaram os protótipos de RA sobrepostos ao ME – grupo B - gastaram mais tempo que os alunos que utilizaram o ME sem alterações - grupo A -. Observou-se um processo de colaboração espontâneo entre os alunos do grupo B, no que concerne à utilização da tecnologia de RA e os dispositivos móveis. Os pares com

mais facilidade no manuseio dos DCM ajudaram os colegas a visualizar os conteúdos de RA, segurando o DCM, por exemplo.

No grupo A não se observaram interações significativas e o tempo médio gasto foi menor que no grupo A.

Verificou-se no grupo B uma maior motivação e curiosidade do que no grupo A.

8.4 Análise e discussão de resultados

A investigação, conduzida de acordo com o paradigma do Desenho Centrado no Utilizador (DCU) e segundo a metodologia de *Development Research* (DR) consistiu num conjunto de avaliações, nomeadamente:

- Investigação preliminar: Apoiada num conjunto de entrevistas a professores de Educação Visual (EV) e num questionário para determinar o corrente nível de utilização de dispositivos de computação móvel (DCM) e percepções de interesse/satisfação e valor/utilidade atribuídos a estes dispositivos pelos alunos;
- Estudo das atitudes e percepções dos alunos relativamente aos protótipos: Recorreu a um questionário desenhado para perceber atitudes e percepções dos alunos relativamente a parâmetros de satisfação, facilidade de utilização, facilidade de aprendizagem, valor/utilidade, funcionalidade/consistência do interface e confiança;
- Estudo comparativo experimental concebido para comparar a eficácia educativa em termos de compreensão/aplicação de conhecimentos, entre um manual escolar (ME) tradicional e um ME aumentado através da tecnologia de Realidade Aumentada (RA).

A primeira parte da investigação preliminar pretendia conhecer as funções desempenhadas em contexto escolar pelos professores de EV, descobrir o tipo de conhecimento prévio sobre a tecnologia de RA, quais as percepções aos conteúdos passíveis de intervencionar no ME Imaginate e, finalmente, qual a sua receptividade relativamente à RA. A análise do conteúdo das entrevistas permitiu determinar todos os professores pertencem ao 2.º Ciclo do ensino Básico (grupo 240) e lecionam a disciplina de EV. Ocupam ainda cargos de diretor de turma e de coordenadores, o que os coloca numa posição em que podem influenciar positivamente para a utilização da RA não só os respetivos departamentos/grupos disciplinares como encarregados de educação e alunos das turmas. No que concerne a conhecimentos prévio sobre RA, verificou-se que a mesma era desconhecida de todos. O primeiro contacto deu-se por meio de uma exposição interativa baseada na tecnologia de RA realizada na biblioteca da escola sede do agrupamento. Foi também possível constatar que estes professores utilizam regularmente os recursos digitais incluídos no ME, pelo que, se mostraram receptivos a um novo processo de os utilizar. Relativamente aos conteúdos a intervencionar no ME adotado no agrupamento, verificou-se que os professores entenderam que as visualizações em três dimensões, uma das principais potencialidades da RA e o vídeo interativo seriam os processos mais interessantes para expor os conteúdos através da RA. Nesse contexto foram definidos quatro conteúdos, nos quais os professores percecionam dificuldades de compreensão recorrentes por parte dos alunos. Finalmente, foi possível constatar,

a partir dos dados recolhidos, que os professores vêm a RA como um fator positivo na ponderação de seleção de um novo ME (100%), têm interesse em utilizar a RA caso esta seja facultada de origem num ME (100%), mostram alguma disponibilidade para aprender a desenvolver os seus próprios conteúdos de RA (67%) e mostram disponibilidade para colaborar em projetos de investigação e desenvolvimento semelhantes ao corrente estudo (100%) pois estão em consonância com o objetivo de procurar novas didáticas e abordagens pedagógicas relativamente aos processos de ensino-aprendizagem. Destaca-se ainda que os professores percecionam as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) como um fator que contribui para maior motivação dos alunos.

Em síntese, verifica-se por parte dos professores envolvidos no estudo um grande interesse relativamente à RA e uma disponibilidade para a inclusão da mesma nos processos de ensino-aprendizagem, sendo consensual que a RA pode contribuir para uma maior motivação dos alunos e valorização do ME enquanto recurso educativo por excelência. Destaca-se contudo, que uma das preocupações manifestadas se prende com a “usabilidade” desses conteúdos: Facilidade de utilização e ME com conteúdos já incluídos podem ser fatores de decisão positivos nos processos de adoção de novos ME.

A segunda fase da investigação preliminar abordou o tipo de utilização atual que os alunos participantes no projeto fazem dos DCM. Os dados recolhidos têm especial interesse no sentido em que, a tecnologia de RA utilizada recorre exclusivamente a DCM para exibição dos conteúdos digitais. Foi também questionada a perceção de interesse/satisfação e valor/utilidade atribuídos pelos alunos aos DCM. Os dados foram recolhidos através de um questionário. A análise dos dados permitiu constatar que a maioria dos inquiridos têm idades entre os dez e os onze anos. A turma é constituída por uma maioria de elementos do sexo feminino. Como o estudo não envolveu outras turmas, não foi possível estabelecer relações entre rácios de idades/sexos relativamente à utilização de DCM. Constatou-se que todos os alunos inquiridos, têm acesso a pelo menos um DCM (100%), seja um *smartphone*, *tablet* ou computador híbrido. Dentre eles 55% tem um DCM na sua posse em todas as ocasiões, sendo nessa aceção, um dispositivo que encaixa na definição de *wearable technology*. Relativamente aos alunos que não têm o DCM sempre consigo, verificou-se que a maior percentagem utiliza um DCM em casa (53%), sendo a utilização na escola bastante mais reduzida (20%). Este facto deriva em parte de dois fatores: em primeiro lugar, o regulamento interno da escola não permite a utilização de DCM em contexto de sala de aula; em segundo lugar, os encarregados de educação têm algum receio de confiar equipamentos relativamente onerosos aos seus educandos, pois podem ocorrer danos provocados pelas próprias crianças ou colegas. Alguns dos alunos possuem mais do que um dispositivo, contudo a maioria dos dispositivos que são propriedade do próprio aluno são os *smartphones* (53%) seguidos dos *tablets* (44%). Apenas uma minoria possui um computador híbrido (3%). Em termos de quantidade de dispositivos, 50% dos alunos possui dois dispositivos, 36% possui apenas um. Aqueles que possuem três dispositivos são uma minoria de 5% e os que, não possuem nenhum dispositivo ascendem, a 9%. Os *smartphones* são sobretudo baseados no sistema operativo Android (47%) versus 3% iOS. Relativamente à dimensão dos ecrãs, 39% têm ecrã menores que cinco polegadas e 11% possuem ecrãs maiores que cinco polegadas. Os *tablets* mostram maior equilíbrio relativamente aos sistemas operativos, com 33% deles sendo Android e 17% iOS. Os ecrãs apresentam-se em três dimensões, respetivamente aqueles com mais de dez

polegadas (19%), os com oito polegadas (24%) e os menores que oito polegadas (7%). Entre as atividades realizadas nestes dispositivos, foi possível constatar que a mais comum é jogar (18%) e a menos frequente é realizar trabalho de casa ou estudo (8%). Nesse contexto verifica-se, como seria de esperar que jogar é a atividade em que gastam mais tempo (43%). O mesmo se aplica à frequência de utilização dos DCM, verificando-se que a utilização diária para atividades não escolares (65%) e supera largamente a atividade diária relacionada com trabalhos de casa ou estudo (5%). No que concerne às percepções dos alunos relativamente a parâmetros de interesse/satisfação atribuídos a estes dispositivos, verifica-se que os DCM proporcionam altos níveis de interesse e satisfação aos alunos. Relativamente ao valor/utilidade atribuído constata-se que é elevado em termos de utilização geral e menos valorizado em contexto educacionais.

Em síntese, verifica-se que os DCM estão amplamente difundidos entre as camadas mais jovens. Os DCM são utilizados sobretudo para atividades de entretenimento, mas uma grande parte destes dispositivos tem potencial gráfico e computacional para aplicações educativas, muito especial no que concerne à RA. Tendo em conta as atitudes positivas relativamente a parâmetros de interesse/satisfação e valor/utilidade dos alunos relativamente aos DCM, constata-se a possibilidade de, através de didáticas e pedagogias inovadoras baseadas em RA, captar o poder computacional, a ubiquidade e portabilidade dos DCM para promover aprendizagens motivadas e melhores resultados de aprendizagem.

O estudo das percepções e atitudes dos alunos relativamente à utilização dos protótipos foi realizado através de um questionário focando parâmetros conotados com usabilidade, como satisfação, facilidade de utilização, facilidade de aprendizagem, valor/utilidade, funcionalidade/consistência do interface e confiança. A análise dos dados revela percepções claramente positivas em todos os parâmetros, sendo de destacar o parâmetro valor/utilidade (100%) percecionado pelos alunos relativamente à ajuda na aprendizagem e a confiança (100%) que sentiram durante a exploração dos protótipos. A pontuação do SUS foi de noventa e um pontos, o que, de acordo com a classificação sugerida por Bangor et al., (2009) sugere um sistema excepcional em termos de usabilidade.

Em síntese, verifica-se que a tecnologia de RA utilizada tem a robustez e fiabilidade necessária para criar experiências de RA úteis para as aprendizagens dos alunos. Numa perspetiva de usabilidade, os protótipos elaborados cumprem com os requisitos necessários para assegurar a utilização continuada deste tipo de recursos suportados por RA.

Finalmente, no que concerne ao estudo experimental comparativo, foi possível concluir que a aplicação dos protótipos de RA no ME Imaginarte proporcionou uma aprendizagem mais eficaz que o ME tradicional. Através do processo de observação direta verificou-se que os alunos que utilizaram os protótipos gastaram mais tempo na análise dos conteúdos, se mostraram mais motivados e disposto a colaborar com os pares.

Em síntese, as aprendizagens obtidas a partir de um ME aumentado foram superiores às aprendizagens obtidas a partir de um ME tradicional, constatando-se que, no contexto do presente estudo, a tecnologia de RA se apresentou como um fator com potencial educativo na melhoria da qualidade das aprendizagens.

9. Conclusões

Esta dissertação de mestrado, realizada no âmbito do curso de Promoção de Leitura e Bibliotecas Escolares (PLBE), procurou compreender como a tecnologia de Realidade Aumentada (RA), aplicada a um manual escolar (ME) de Educação Visual (EV) do 2.º Ciclo do Ensino Básico, pode contribuir para uma melhor compreensão e aplicação dos conhecimentos propostos no ME, pelos alunos.

Para esse objetivo, o estudo centrou-se no desenvolvimento de um conjunto de protótipos de RA, tendo por base o ME Imaginate da Porto Editora. Os protótipos foram implementados em contexto educativo, numa escola do Ensino Básico no norte Portugal. A investigação envolveu alunos e professores, tendo contado com o apoio e colaboração da direção do agrupamento de escolas.

O processo envolveu, em primeiro lugar, o estabelecimento da pertinência e interesse da investigação bem como a definição das questões de investigação.

A segunda parte do estudo apresenta uma revisão de literatura – Enquadramento Teórico -. Nesta parte, no capítulo dois, foram abordadas temáticas relacionadas com o conceito, evolução e funções do ME e o seu processo de adoção nos estabelecimentos de ensino básico. Ainda relativamente aos ME de EV, foram analisadas as ofertas editoriais correntes, focando os recursos digitais disponibilizados e funcionalidade dos mesmos. O capítulo três introduz o conceito de livro aumentado e de aprendizagem motivada. No capítulo quatro é apresentada a tecnologia de RA, enquadrando a sua evolução e conceito no contexto mais abrangente da Realidade Virtual (RV) e dos Mundos Virtuais (MV) e introduzindo as suas principais potencialidades em contextos educacionais. O capítulo encerra com a apresentação de um conjunto de estudos focando a utilização de RA em contextos de ensino-aprendizagem, dos quais se sintetizam as principais conclusões. Finalmente, no capítulo cinco, são apresentadas as principais plataformas de desenvolvimento de conteúdos de RA, destacando as suas principais características e funcionalidades. É dada uma ênfase especial à plataforma Aurasma, a qual foi utilizada no desenvolvimento dos protótipos.

No que concerne ao enquadramento teórico e revisão de literatura, foi possível situar o atual nível de utilização de conteúdos digitais multimédia em ME de EV. Todas as ofertas editoriais em análise incluem recursos digitais, disponibilizados através de DVD ou em linha. Estes recursos são passíveis de serem utilizados quer por professores, quer por alunos. Uma das editoras – Santillana – oferece no seu ME um novo paradigma de interação suportado por tecnologia de RA: - Apesar de abordar apenas os sólidos geométricos e utilizar um modo de visualização pouco intuitivo, constata-se o reconhecimento por parte de autores e editores, das potencialidades de visualização oferecidas pela RA.

A análise de estudos recentes na área das tecnologias emergentes no ensino, nomeadamente a RA, proporcionou uma perspetiva sobre algumas das potencialidades⁴³ da tecnologia quando aplicada em contextos de ensino-aprendizagem. Estes estudos, com diferentes naturezas e abordagens metodológicas, reconhecem na

⁴³ Também referidas como *affordances*.

aplicação da RA potenciais únicos para a melhoria das experiências de ensino aprendizagem, muitos dos quais, partilhados com as *affordances* proporcionadas pela RA e pelos MV.

Relativamente ao trabalho empírico – Estudo Empírico –, apresentam-se no capítulo seis as opções metodológicas, introduz-se o paradigma de Desenho Centrado no Utilizador (DCU), e o conceito de *Development Research* (DR), segundo os quais se orientou o estudo. A investigação foi constituída por diferentes etapas, nomeadamente, uma investigação preliminar, e um estudo comparativo experimental. No que concerne à investigação preliminar, procurou-se determinar as perceções e atitudes de especialistas em EV sobre o melhor processo de aplicação da tecnologia de RA ao ME ImaginarTE, conhecer o corrente nível de utilização de dispositivos de computação móvel (DCM) por alunos do 2.º Ciclo do Ensino Básico e quais as suas perceções relativamente a parâmetros de valor/utilidade e interesse/satisfação atribuídos a estes dispositivos. Foram ainda estudadas as perceções dos utilizadores relativamente a parâmetros de usabilidade dos protótipos. O estudo comparativo experimental pretendia averiguar a eficácia de uma abordagem didática baseada no ME ImaginarTE aumentado através da tecnologia de RA. O capítulo sete inclui a descrição do processo de desenvolvimento dos protótipos e da criação das experiências de RA. A descrição e análise dos resultados do estudo é apresentada no capítulo oito, concretamente no que concerne às entrevistas com professores de EV, questionários sobre utilização de DCM, perceções e atitudes, parâmetros de usabilidade dos protótipos e ao estudo experimental. O capítulo encerra com a discussão dos resultados.

A partir dos dados recolhidos, foi possível concluir que existe curiosidade e algum interesse na tecnologia de RA por parte dos professores de EV, que reconhecem o potencial educativo da mesma. Contudo, esta disponibilidade não está isenta de preocupações relacionadas com a facilidade de utilização deste tipo de recursos (usabilidade) e a necessária consciencialização dos alunos, de que os DCM podem ser ferramentas educacionais com outras funções que não apenas o entretenimento ou lazer, bem como a necessidade de um uso responsável e direcionado destes DCM em contextos de ensino formais. Foi possível apreciar ainda que, os cargos ocupados pelos entrevistados no contexto educativo, os colocam em posição de influenciar a escolha de manuais escolares, sugerindo que a inclusão de conteúdos de RA nos mesmos pode constituir-se como um fator de ponderação positivo nesse processo.

No que concerne aos alunos, foi possível constatar que têm um largo nível de acesso aos DCM e que, em geral, os valorizam e lhes reconhecem utilidade. Contudo, a utilização destes dispositivos para fins educacionais é muito reduzido entre a amostra em estudo comparativamente a outras atividades, como por exemplo o lazer e entretenimento. Relativamente aos parâmetros de usabilidade, o estudo permitiu concluir que os protótipos cumprem com as normas de usabilidade propostas por Nielsen (1994) tendo os utilizadores manifestado perceções claramente positivas em relação aos parâmetros testados, nomeadamente: frequência de utilização, complexidade, facilidade de utilização, integração de funcionalidades, inconsistências no desenho, facilidade de aprendizagem, confiança, satisfação e eficácia. A pontuação do SUS coloca os protótipos desenvolvidos no patamar de um sistema classe A, ou seja, um produto/sistema de qualidade excecional (Bangor et al., 2009).

Finalmente, o estudo experimental comparativo (Kumar, 2011), desenhado para testar a eficácia da abordagem didática suportada pelos protótipos de RA, permitiu concluir que o ME escolar aumentado conduziu a um processo de aprendizagem mais eficaz que o ME tradicional.

Em síntese, a presente investigação sugere que a utilização de recursos multimédia suportados por tecnologia de RA pode induzir alterações positivas nos processos de ensino-aprendizagem, o que é consistente com a revisão de literatura. Contudo, o presente estudo apresenta inúmeras limitações que não permitem extrapolar os resultados para além do contexto em que foi realizado. Em primeiro lugar, os processos de ensino-aprendizagem são extremamente complexos e incluem fatores e variáveis que não são constantes em todos os alunos, todas as turmas ou em todas as escolas, e que podem influenciar os resultados obtidos, em direções imprevisíveis. Outro aspeto a ter em conta é o chamado “fator novidade”, ou seja, os alunos envolvidos no estudo foram convidados a explorar uma realidade motivadora, utilizando dispositivos móveis que valorizam e utilizam frequentemente. Neste contexto, a utilização destes dispositivos foi direcionada para o objetivo da experiência e não se verificaram utilizações inadequadas dos mesmos (utilização para outros fins não relacionados com a atividade letiva).

No futuro, julgamos importante a continuação desta linha de investigação, envolvendo uma amostra mais alargada, não só em termos de alunos/turmas mas também de áreas disciplinares e de agrupamentos de áreas geográficas distintas, no sentido de determinar se o desenvolvimento e aplicação de recursos educativos baseados em RA contribui efetivamente para uma maior eficácia dos processos de ensino-aprendizagem e como poderá ser implementada de forma consistente em contextos de ensino formais e informais utilizando materiais impressos pré-existentes como os ME.

Bibliografia

- Abras, C., Maloney-Krichmar, D., & Preece, J. (2004). User-centered design. *Bainbridge, W. Encyclopedia of Human-Computer Interaction. Thousand Oaks: Sage Publications*, 37(4), 445–456.
- Azuma, R. T. (1997). A Survey of Augmented Reality. *Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355–385.
- Bangor, A., Kortum, P., & Miller, J. (2009). Determining What Individual SUS Scores Mean: Adding an Adjective Rating Scale. *JUS Journal of Usability Studies*, 4(3), 114–123.
- Bartle, R. A. (2003). *Designing Virtual Worlds*. New Riders Publishing.
- Bell, M. W., & Robbins-Bell, S. (2008). Towards an expanded definition of “virtual worlds.” *New Digital Media. E-Papers, Sao Paulo, BR*.
- Bittencourt, C. M. F. (2004). Autores e editores de compêndios e livros de leitura. *Educação E Pesquisa*, 30(3), 475–491.
- Brooke, J. (1996). SUS: a quick and dirty usability scale. In P. W. Jordan, B. Thomas, I. L. McClelland, & B. Weerdmeester (Eds.), *Usability Evaluation In Industry*. London: CRC Press.
- Chen, C.-M., & Tsai, Y.-N. (2012). Interactive augmented reality system for enhancing library instruction in elementary schools. *Computers & Education*, 59(2), 638–652. <http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2012.03.001>
- Cheng, K.-H., & Tsai, C.-C. (2014). Children and parents’ reading of an augmented reality picture book: Analyses of behavioral patterns and cognitive attainment. *Computers & Education*, 72(0), 302–312. <http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2013.12.003>
- Choppin, A. (2013). Los manuales escolares de ayer a hoy: el ejemplo de Francia. *Historia de La Educación*, 19, 13–37.
- Clark, A., & Dunser, A. (2012). An interactive augmented reality coloring book. In *3D User Interfaces (3DUI), 2012 IEEE Symposium on* (pp. 7–10). IEEE.
- Cuendet, S., Bonnard, Q., Do-Lenh, S., & Dillenbourg, P. (2013). Designing augmented reality for the classroom. *Computers & Education*, 68(0), 557–569. <http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2013.02.015>
- Dalgarno, B., & Lee, M. J. W. (2010). What are the learning affordances of 3-D virtual environments? *British Journal of Educational Technology*, 41(1), 10–32. <http://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2009.01038.x>
- Dickey, M. D. (2003). Teaching in 3D: Pedagogical affordances and constraints of 3D virtual worlds for synchronous distance learning. *Distance Education*, 24(1), 105–121.
- Dickey, M. D. (2011). The pragmatics of virtual worlds for K-12 educators: investigating the affordances and constraints of Active Worlds and Second Life with K-12 in-service teachers. *Educational Technology Research and Development*, 59(1), 1–20. <http://doi.org/10.1007/s11423-010-9163-4>
- Duarte, J. B. (2010). Manual escolar: companheiro do jovem na aquisição de competências e na curiosidade pelo saber. *Revista Lusófona de Educação*, (16), 119–130.
- Dunleavy, M., Dede, C., & Mitchell, R. (2009). Affordances and limitations of immersive participatory augmented reality simulations for teaching and learning. *Journal of Science Education and Technology*, 18(1), 7–22.
- Dünser, A., & Hornecker, E. (2007). An observational study of children interacting with an augmented story book. In *Technologies for E-Learning and Digital Entertainment* (pp. 305–315). Springer.
- Finkelstein, D., & McCleery, A. (2013). *Introduction to Book History*. (Routledge, Ed.) (Second Edi). New York.

- Gibson, J. J. (2014). *The Ecological Approach to Visual Perception: Classic Edition*. Psychology Press.
- Gomes, J. D. C., Figueiredo, M. J. G., & Amante, L. da G. C. D. (2014). Musical Journey: A virtual world gamification experience for music learning. *EDURE'14 International Conference on Education, Social and Technological Sciences*. Universidade Politécnica de Valencia, Espanha.
- Gomes, J. D. C., Figueiredo, M. J. G., Amante, L. da G. D., & Gomes, C. M. C. (2015). Augmented Reality Exhibition Depicting the Aesthetic Periods of Music History. *Artech 2015*. Óbidos.
- Grasset, R., Dunser, A., & Billinghamurst, M. (2008). The design of a mixed-reality book: Is it still a real book? In *Mixed and Augmented Reality, 2008. ISMAR 2008. 7th IEEE/ACM International Symposium on* (pp. 99–102). IEEE.
- Gutierrez, M. A., Vexo, F., & Thalmann, D. (2008). *Stepping into Virtual Reality*. London: Springer-Verlag.
- Harris, A. L., & Rea, A. (2009). Web 2.0 and virtual world technologies: A growing impact on IS education. *Journal of Information Systems Education*, 20(2), 137.
- Hersh, M. A., & Leporini, B. (2013). An Overview of Accessibility and Usability of Educational Games. In C. Gonzalez (Ed.), *Student Usability in Educational Software and Games*. Hershey, PA, USA: Information Science Reference (an imprint of IGI Global).
- Hew, K. F., & Cheung, W. S. (2010). Use of three-dimensional (3-D) immersive virtual worlds in K-12 and higher education settings: A review of the research. *British Journal of Educational Technology*, 41(1), 33–55. <http://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2008.00900.x>
- Ibáñez, M. B., Di Serio, Á., Villarán, D., & Delgado Kloos, C. (2014). Experimenting with electromagnetism using augmented reality: Impact on flow student experience and educational effectiveness. *Computers & Education*, 71(0), 1–13. <http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2013.09.004>
- Junior, C. G. D. S., & Regnier, J.-C. (2008). Livros didáticos e suas funções para o professor de matemática no Brasil e na França. In *2 SIPEMAT: Simposio Internacional de Pesquisa em Educação Matemática* (p. 63).
- Karsenti, T. (1997). Comment le recours aux TIC en pédagogie universitaire peut favoriser la motivation des étudiants: le cas d'un cours médiatisé sur le Web. *Nouveaux C@ Hiers de La Recherche En éducation*, 4(3), 455–484.
- Kesim, M., & Ozarslan, Y. (2012). Augmented Reality in Education: Current Technologies and the Potential for Education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 47(0), 297–302. <http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.654>
- Ko, C. C., & Cheng, C. D. (2009). *Interactive Web-Based Virtual Reality with Java 3D*. Hershey - New York: Information Science Reference (an imprint of IGI Global).
- Kumar, R. (2011). *Research Methodology a step-by-step guide for beginners* (3rd ed.). London: SAGE Publications Ltd.
- Lan, Y. J., Wei, H. H., & Chiu, Y. L. (2014). Virtual English village: A task-based English learning platform in second life. In *Workshop Proceedings of the 22nd International Conference on Computers in Education, ICCE 2014* (pp. 625–629). Asia-Pacific Society for Computers in Education. Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84924017174&partnerID=tZOtx3y1>
- Lencastre, J. A. (2012). Metodologia para o desenvolvimento de ambientes virtuais de aprendizagem: Development research. *Educação Online: Pedagogia E Aprendizagem Em Plataformas Digitais*, 45–54.
- Lu, S.-J., & Liu, Y.-C. (2014). Integrating augmented reality technology to enhance children's learning in marine education. *Environmental Education Research*, 21(4), 525–541. <http://doi.org/10.1080/13504622.2014.911247>
- Madden, L. (2011). *Professional Augmented Reality Browsers for smartphones: Programming for junaio, Layar, and Wikitude*. Chichester, West Sussex: John Wiley & Sons, Ltd.
- Martins, M. da E., & Sá, C. M. (2008). Ser leitor no século XXI: importância da compreensão na leitura para o exercício pleno de uma cidadania responsável e activa.

- Merchant, Z., Goetz, E. T., Cifuentes, L., Keeney-Kennicutt, W., & Davis, T. J. (2014). Effectiveness of virtual reality-based instruction on students' learning outcomes in K-12 and higher education: A meta-analysis. *Computers & Education*, 70(0), 29–40. <http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2013.07.033>
- Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, 77(12), 1321–1329.
- Monahan, T., McArdle, G., & Bertolotto, M. (2008). Virtual reality for collaborative e-learning. *Computers & Education*, 50(4), 1339–1353. <http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2006.12.008>
- Navarro-Prieto, R., & Berbegal, N. (2008). *Ubiquitous Computing*. (Y.-L. Theng & H. B. L. Duh, Eds.). IGI Global. <http://doi.org/10.4018/978-1-59904-693-8>
- Nielsen, J. (1994). *Usability engineering*. Elsevier.
- NMC Horizon Report: 2012 higher education edition. (2012). Retrieved May 2, 2015, from <http://redarchive.nmc.org/publications/horizon-report-2012-higher-ed-edition>
- Norman, D. A. (1999). Affordance, conventions, and design. *Interactions*, 6(3), 38–43.
- Peachey, A., Gillen, J., Livingstone, D., & Smith-Robbins, S. (2010). *Researching Learning in Virtual Worlds*. London: Springer.
- Pellas, N., & Kazanidis, I. (2015). On the value of Second Life for students' engagement in blended and online courses: A comparative study from the Higher Education in Greece. *Education and Information Technologies*, 20(3), 445–466. <http://doi.org/10.1007/s10639-013-9294-4>
- Prensky, M. (2001). Digital Natives, Digital Immigrants Part 1. *On the Horizon*.
- Reeves, T. C. (2000). Enhancing the worth of instructional technology research through “design experiments” and other development research strategies. *International Perspectives on Instructional Technology Research for the 21st Century*, 27, 1–15.
- Reeves, T. C., Herrington, J., & Oliver, R. (2004). A development research agenda for online collaborative learning. *Educational Technology Research and Development*, 52(4), 53–65.
- Roche, K. (2011). *Pro IOS 5 Augmented Reality*. New York: Apress.
- Santo, E. M. (2006). Os manuais escolares, a construção de saberes e a autonomia do aluno: Auscultação a alunos e professores.
- Schunk, D. H. (2012). *Learning Theories* (6th ed.). Boston, MA: Pearson.
- Sherman, W. R., & Craig, A. B. (2003). Understanding Virtual Reality—Interface, Application, and Design. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 12(4), 441–442.
- Sommerauer, P., & Müller, O. (2014). Augmented reality in informal learning environments: A field experiment in a mathematics exhibition. *Computers & Education*, 79(0), 59–68. <http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2014.07.013>
- Taketa, N., Hayashi, K., Kato, H., & Noshida, S. (2007). Virtual pop-up book based on augmented reality. In *Human Interface and the Management of Information. Interacting in Information Environments* (pp. 475–484). Springer.
- Van den Akker, J. (1999). Principles and methods of development research. In *Design approaches and tools in education and training* (pp. 1–14). Springer.
- Ward, T. (2012). *Augmented Reality using Appcelerator Titanium Starter*. Birmingham: Packt Publishing Ltd.
- Wei, X., Weng, D., Liu, Y., & Wang, Y. (2015). Teaching based on augmented reality for a technical creative design course. *Computers & Education*, 81(0), 221–234. <http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2014.10.017>
- Weinschenk, S. M. (2011). *100 Things Every Designer Needs to Know About People*. (M. J. Nolan, Ed.). Berkeley, CA: New Riders.
- Wojciechowski, R., & Cellary, W. (2013). Evaluation of learners' attitude toward learning in ARIES

augmented reality environments. *Computers and Education - Elsevier*, 570–585.

Wyss, J., Lee, S.-E., Domina, T., & MacGillivray, M. (2014). Cotton Island: Students' Learning Motivation Using a Virtual World. *Decision Sciences Journal of Innovative Education*, 12(3), 219–232. <http://doi.org/10.1111/dsji.12036>

Anexos

1 – GUIÃO DE ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA AOS PROFESSORES DE EDUCAÇÃO VISUAL

1. Funções desempenhadas

1.1 Quais são as funções e cargos que desempenha na escola onde presta serviço?

2. Conhecimentos prévios sobre a tecnologia de Realidade Aumentada (RA)

2.1 Já tinha ouvido falar, ou conhecia anteriormente a tecnologia de Realidade Aumentada?

2.2.1 Se sim, onde tomou contacto com a tecnologia e quais são as suas experiências?

3. Tipo de utilização de recursos multimédia

3.1 Utiliza os recursos multimédia presentes no manual escolar?

3.2 Qual a sua opinião sobre o valor destes recursos?

4. Opinião sobre os conteúdos a interencionar

4.1 Tendo em conta as possibilidades da tecnologia de Realidade Aumentada¹, quais são, na sua opinião, as áreas/conteúdos do manual escolar Imaginate que poderiam beneficiar da aplicação da Realidade Aumentada, contribuindo para uma melhor compreensão e maior motivação dos alunos na utilização do manual escolar como ferramenta de apoio ao estudo?

5. Recetividade à utilização da tecnologia de Realidade Aumentada

5.1 Estaria recetivo a colaborar numa experiência envolvendo o desenvolvimento de recursos digitais sobrepostos ao manual escolar através da tecnologia de Realidade Aumentada?

5.2 Estaria recetivo a realizar formação no sentido de produzir/desenvolver conteúdos digitais baseados em tecnologia de Realidade Aumentada para os seus alunos, de acordo com as necessidades concretas de cada turma/grupo de alunos?

5.3 Estaria recetivo a utilizar recursos digitais multimédia suportados pela tecnologia de Realidade Aumentada se os mesmos fossem disponibilizados com o manual escolar?

5.3.1 Se sim acha que essa funcionalidade poderia influenciar a escolha do próximo manual escolar para o seu agrupamento?

¹ Questão colocada após o visionamento de um videograma contemplando a utilização da RA.

2- QUADROS DE RESULTADOS ÀS ANÁLISES DAS ENTREVISTAS

| Categorias | Discurso | Professor |
|-----------------------|---|-----------|
| Funções desempenhadas | “ (...) atualmente, leciono as disciplinas de Educação Visual e Educação Tecnológica a turmas do 5.º e 6.º ano (...)” | P1 |
| | “ (...) desempenho as funções de coordenador de grupo disciplinar de Expressões e sou professora de Educação visual e Educação Tecnológica no 2.º Ciclo e diretora de turma(...)” | P2 |
| | “ (...) sou subcoordenadora do grupo disciplinar de Educação Visual e Educação Tecnológica, diretora de turma e professora de turmas do 5.º e 6.º (...)” | P3 |

Quadro 1 – Funções desempenhadas

| Categorias | Discurso | Entrevistado |
|---|--|--------------|
| Conhecimento prévio da tecnologia de RA | “ (...) nunca tinha ouvido falar. A primeira vez que tive conhecimento da RA foi na visita à exposição sobre música realizada na biblioteca escolar em janeiro e posteriormente na exposição sobre autores de banda desenhada que esteve em exposição na biblioteca (...)” | P1 |
| | “ (...) não conhecia. Não tenho muita predisposição para a utilização de computadores e tecnologias e não devo estar atualizada (...) a primeira vez que ouvi falar foi na exposição que esteve na biblioteca do colega de música (...)” | P2 |
| | “(...) não conhecia (...) não tenho conhecimentos aprofundados sobre tecnologias (...)” | P3 |

Quadro 2 - Conhecimento prévio sobre a tecnologia de RA

| Categorias | Discurso | Entrevistado |
|--|---|--------------|
| Utilização dos recursos multimédia do manual escolar | (...) Utilizo sempre que posso. Ajuda os alunos a compreenderem melhor a exposição de alguns temas (...)” | P1 |
| | “ (...) Alguns dos recursos são interessantes, utilizo regularmente (...)” | P2 |

| | | |
|--|--|----|
| | “ (...) Utilizo, mas por vezes o computador não consegue ler o CD. Nessas situações, avanço para outras atividades porque os “miúdos” ficam irrequietos e impacientes (...)” | P3 |
|--|--|----|

Quadro 3 - Utilização dos recursos digitais multimédia do manual escolar

| Categorias | Discurso | Entrevistado |
|-------------------------------------|--|--------------|
| Valorização dos recursos multimédia | (...) acho que são um complemento importante (...) | P1 |
| | (...) os alunos gostam bastante e julgo que é importante ter estes recursos no manual escolar. Poupa muito tempo aos professores e ajudam os alunos a contextualizar/perceber melhor as matérias (...) | P2 |
| | (...) a disciplina de Educação Visual é essencialmente prática, mas os recursos digitais ajudam a explicar os conteúdos e os alunos mostram bastante atenção (...) | P3 |

Quadro 4 - Valorização dos recursos multimédia

| Categorias | Discurso | Entrevistado |
|--------------------------------|---|--------------|
| Conteúdos a intervir (opinião) | (...) pelo que vi da RA, acho que alguns dos recursos digitais que estão no CD poderiam ser passados para RA, assim os alunos poderiam aceder aos mesmos a partir do livro e de um <i>smartphone</i> , por exemplo e não estariam limitados à aula (...) | P1 |
| | (...) uma aplicação que seria importante, a meu ver, seria a visualização em três dimensões, por exemplo, a representação tridimensional de um sólido geométrico a partir da planificação. A parte do património também seria interessante, e outras coisas como o módulo e padrão, as cores, geometria (...) | P2 |
| | (...) seria interessante dar apoio na realização de exercícios. Eu explico sempre no quadro, mas quando eles estudam em casa esquecem-se de pequenos pormenores e desistem. Na divisão do círculo em cinco partes por exemplo (...) | P3 |

Quadro 5 – Conteúdos a intervir no manual escolar

| Categorias | Discurso | Entrevistado |
|------------|----------|--------------|
|------------|----------|--------------|

| | | |
|--|---|-------------------------------|
| <p>Recetividade à utilização da tecnologia de RA</p> | <p>(...) estou disponível para colaborar, acho estas iniciativas muito interessantes (...) embora não seja da área da informática , acho que seria interessante uma formação sobre RA (...) depende da facilidade de utilização. Se for fácil para mim e para os alunos, acho que valoriza o manual escolar (...) (sim)</p> <p>(...) inovar/renovar metodologias é importante e gosto de conhecer novas abordagens e estaria disponível para colaborar (...) preferia que os recursos fossem elaborados pro profissionais, mas não invalida a possibilidade de conhecer mais e fazer uma formação, desde que seja acessível a pessoas que não dominam as tecnologias a 100% (...) julgo que o manual ficaria valorizado, sobretudo no trabalho que os alunos fazem ao estudar em casa (...) sim (...)</p> <p>(...) sim, gosto sempre de colaborar e ver novas maneiras de trabalhar com os alunos (...) pessoalmente, estou envolvida noutro projeto pessoal, e de momento não encararia a formação, mas não tenho problemas em utilizar os recursos se já estiverem no manual, contanto que seja simples (...) os alunos estão muito ligados às tecnologias, é só olhar para eles (...), estão sempre agarrados ao tablet ou ao computador. Acho que os motivaria usar as engenhocas para estudar, mas nunca se sabe (...) Sim, acho que poderia ser um fator, mas existem outros indicadores que temos que levar em conta, as metas a</p> | <p>P1</p> <p>P2</p> <p>P3</p> |
|--|---|-------------------------------|

| | | |
|--|--|--|
| | exposição da matéria, etc... Entre dois manuais muito equivalentes, sim, pode ser um fator de preferência (...) | |
|--|--|--|

Quadro 6 - Recetividade à utilização da tecnologia de RA

ANEXO 1

Utilização de Dispositivos de Computação Móveis (*smartphones/tablets*)

Este questionário é completamente anónimo e visa recolher dados para um trabalho de investigação no âmbito do Mestrado em Promoção da Leitura e Bibliotecas Escolares. A sua finalidade é analisar algumas variáveis relativamente à utilização de dispositivos de computação móveis por alunos do 2.º Ciclo do Ensino Básico em Portugal, nomeadamente **dados demográficos, acesso, frequência de utilização de dispositivos/propriedade/caraterísticas, atividades/preferências, frequência de utilização para a realização de trabalho escolar/outras atividades e atitudes (satisfação/utilidade)**. Agradecemos antecipadamente a tua colaboração.

Na atualidade estão disponíveis vários dispositivos de computação móveis (*smartphones, tablets, computadores portáteis, computadores híbridos, etc.*). Este questionário visa a utilização de *smartphones* e *tablets*.

DISPOSITIVOS DE COMPUTAÇÃO MÓVEIS



Por favor assinala com um X e (ou) preenche os espaços que correspondem à tua situação.

1. Dados do utilizador

Escolhe apenas uma opção

1.1 Indica a tua idade:

☐ 9 anos ☐ 10 anos ☐ 11 anos ☐ 12 anos ☐ 13 anos ☐ Outra

1.1.1 Se respondeste outra, indica qual: _____

1.2. Sexo: ☐ Masculino ☐ Feminino

1.3 Nível de ensino: ☐ 5.º ano ☐ 6.º ano ☐ Outro

1.3.1 Se assinalaste Outro, indica qual: _____

2. Acesso a dispositivos móveis (DCM) – *smartphone/tablet/portátil*

2.1 Tens acesso a um dispositivo móvel (*smartphone/tablet/portátil*)?

☐ Sim ☐ Não

Se respondeste não acabaste o questionário.

Obrigado pela tua colaboração.

2.2 O dispositivo móvel está sempre contigo?

☐ Sim ☐ Não

2.2.1 Se respondeste “Não”, indica onde

Escolhe todas as opções que se aplicam

- ☐ Casa
- ☐ Escola
- ☐ Casa de familiares ou amigos
- ☐ Outro local

Se assinalaste “Outro local”, especifica onde: _____

3. Dispositivos Móveis (*smartphone/tablet portátil*)

3.1 Indica os dispositivos móveis que usas com mais frequência, seja em casa, na escola ou em outro local

Escolhe todas as opções que se aplicam

- ☐ Smartphone
- ☐ Tablet
- ☐ Híbrido
- ☐ Computador portátil
- ☐ Nenhum destes

3.2 Indica os dispositivos móveis que possuis (te pertencem). Caso tenhas um *smartphone* ou/e um *tablet*, assinala também as suas características

Escolhe todas as opções que se aplicam

- ☐ Smartphone
- ☐ Tablet
- ☐ Híbrido

☐ Computador portátil

☐ Nenhum destes

3.2.1 Se tens um *smartphone*, indica as suas características

Escolhe apenas uma opção

☐ Ecrã grande (maior que 5 polegadas)

☐ Ecrã normal (menor ou igual a 5 polegadas)

☐ Sistema operativo Android

☐ Sistema Operativo iOS (Apple)

3.2.2 Se tens um *tablet*, indica as suas características

Escolhe apenas uma opção

☐ Ecrã grande (maior que 10 polegadas)

☐ Ecrã médio (entre 8 e 9 polegadas)

☐ Ecrã pequeno (menor que 8 polegadas)

☐ Sistema operativo Android

☐ Sistema Operativo iOS (Apple)

4. Atividades realizadas e preferências

4.1 Indica as atividades que realizas no dispositivo móvel que utilizas com mais frequência. Assinala apenas as atividades que realizas.

Assinala todas as opções que se aplicam

☐ Visitar *sites* internet

☐ Fazer trabalhos escolares

☐ Enviar e receber *emails*

☐ Conversar com amigos e familiares (Skype/chat/outros)

☐ Jogar

☐ Ouvir música ou assistir a programas e vídeos pela internet

☐ *Facebook* ou outras redes sociais

☐ Outra atividade

Se assinalaste a opção “Outra atividade” indica qual: _____

4.2 Indica a tua atividade favorita (aquela em que gastas mais tempo)

Assinala apenas uma opção

- ☐ Visitar *sites* internet
- ☐ Fazer trabalhos escolares
- ☐ Enviar e receber *emails*
- ☐ Conversar com amigos e familiares (Skype/chat/outros)
- ☐ Jogar
- ☐ Ouvir música ou assistir a programas e vídeos pela internet
- ☐ *Facebook* ou outras redes sociais
- ☐ Outra atividade

Se assinalaste a opção “Outra atividade” indica qual: _____

5. Frequência de utilização

5.1 Com que frequência utilizas um dispositivo móvel para estudar e fazer os trabalhos de casa?

Escolhe apenas uma opção

- ☐ Raramente ou nunca
- ☐ 2 a 3 vezes por mês
- ☐ Semanalmente
- ☐ Diariamente

5.1 Com que frequência utilizas um dispositivo móvel para outras atividades?

Escolhe apenas uma opção

- ☐ Raramente ou nunca
- ☐ 2 a 3 vezes por mês
- ☐ Semanalmente

☐ Diariamente

6. Atitudes

Assinala na escala o teu grau de concordância com as seguintes afirmações, em que 1 corresponde a Discordo completamente, 3 a Não concordo nem discordo e 5 a Concordo completamente

6.1 Gosto muito de utilizar os dispositivos móveis

Discordo completamente 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ Concordo completamente

6.2 Utilizar os dispositivos móveis é divertido

Discordo completamente 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ Concordo completamente

6.3 Descreveria a utilização dos dispositivos móveis como algo pouco estimulante

Discordo completamente 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ Concordo completamente

6.4 Acredito que os dispositivos móveis são pouco úteis para mim

Discordo completamente 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ Concordo completamente

6.5 Penso que saber utilizar os dispositivos móveis é importante porque me prepara melhor para o futuro

Discordo completamente 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ Concordo completamente

6.6 Penso que os dispositivos móveis podem beneficiar o meu trabalho escolar

Discordo completamente 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ Concordo completamente

Completaste o questionário, obrigado pela tua colaboração!

**Protótipos baseados em Realidade Aumentada aplicados ao manual escolar
“Imaginarte 5.º/6.º”**

Este questionário é completamente anónimo e visa recolher dados para um trabalho de investigação no âmbito do Mestrado em Promoção da Leitura e Bibliotecas Escolares. A sua finalidade é analisar algumas variáveis relativamente a parâmetros de usabilidade do protótipo junto de alunos do 2.º Ciclo do ensino básico, nomeadamente **satisfação, facilidade de utilização, funcionalidade, consistência do interface e confiança**. Agradecemos antecipadamente a tua colaboração.

Por favor assinala com um X e (ou) preencha os espaços que correspondem à tua situação.

1. Apreciação dos protótipos baseados na tecnologia de Realidade Aumentada aplicado ao manual escolar “Imaginarte 5.º/6.º”

Relativamente à tua experiência de utilização da tecnologia de Realidade Aumentada aplicada ao teu manual escolar de Educação Visual, assinala na escala o teu grau de concordância com as seguintes afirmações, em que 1 corresponde a Discordo completamente, 3 a Não concordo nem discordo e 5 a Concordo completamente.

1.1 Penso que gostaria de utilizar este tipo de recurso frequentemente

Discordo completamente 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ Concordo completamente

1.2 Acho que o interface dos protótipos é muito confuso

Discordo completamente 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ Concordo completamente

1.3 Julgo que os protótipos são fáceis de usar

Discordo completamente 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ Concordo completamente

1.4 Penso que preciso da ajuda de um professor para utilizar estes protótipos

Discordo completamente 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ Concordo completamente

1.5 Acredito que a maioria das pessoas podem aprender rapidamente a utilizar os protótipos

Discordo completamente 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ Concordo completamente

1.6 Não é preciso aprender muitas coisas para poder utilizar os protótipos

Discordo completamente 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ Concordo completamente

1.7 Julgo que os protótipos me ajudam a perceber melhor a matéria

Discordo completamente 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ Concordo completamente

1.8 Acho que o interface dos protótipos apresentam muitas coisas confusas
(por exemplo, símbolos diferentes para a mesma função, etc.)

Discordo completamente 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ Concordo completamente

1.9 Senti-me muito à vontade ao explorar os protótipos

Discordo completamente 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ Concordo completamente

1.10 Acho que os protótipos são muito complicados de usar

Discordo completamente 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ Concordo completamente

Anexo 3

Completaste o questionário, obrigado pela tua colaboração!

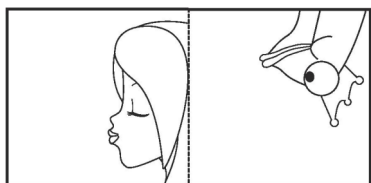
Esta proposta de trabalho é um estudo experimental, completamente anónimo e visa a utilização de um livro aumentado. A sua finalidade é contribuir para a perceção de algumas variáveis relacionadas com a aplicação da tecnologia de Realidade Aumentada em manuais escolares, nomeadamente na compreensão de conceitos. Agradecemos antecipadamente a tua colaboração.

Instruções: Tendo em conta o estudo que realizaste e os conhecimentos anteriores, procura responder às seguintes questões:

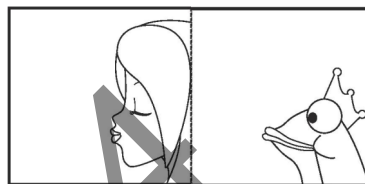
Grupo I - Visão e perceção.

1.1 Observa os pares de imagens. Qual o par que proporciona um efeito ótico correto no Taumatrópio (o sapo beija a princesa)?

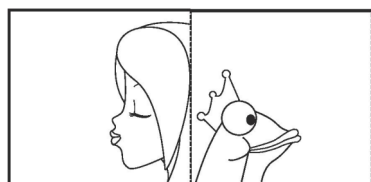
A



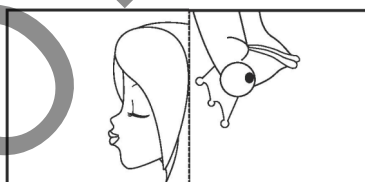
B



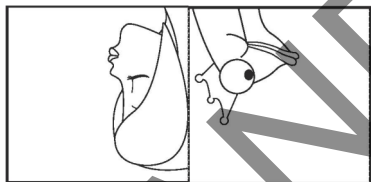
C



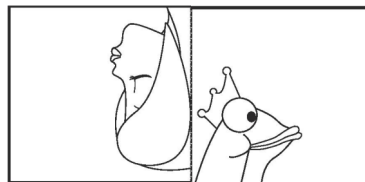
D



E



F

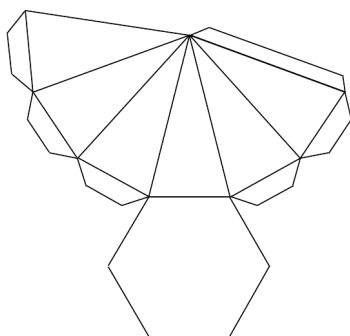


Resposta: _____

Grupo II - Representação do espaço - Representação bidimensional e tridimensional

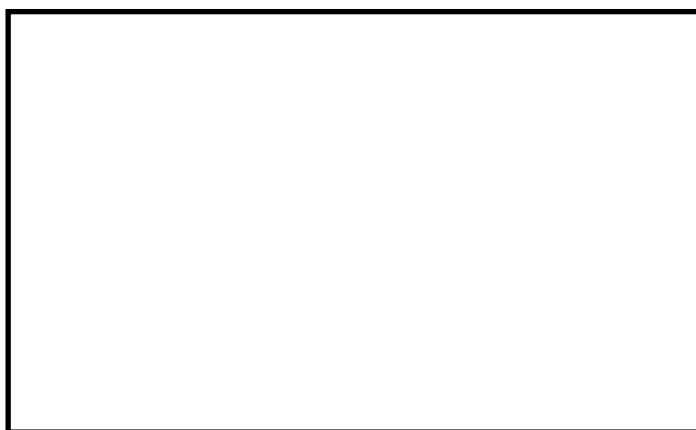
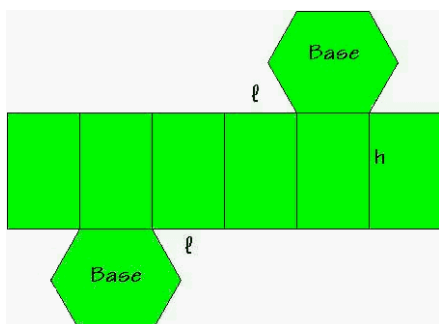
Observa as planificações de embalagens

2.1 Desenha a sua representação tridimensional.



Observa as planificações de embalagens

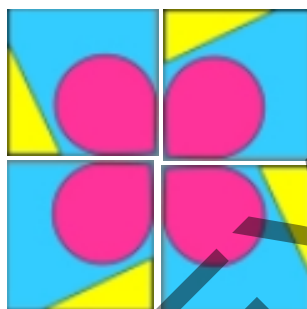
2.2 Desenha a sua representação tridimensional.



Grupo III - Estruturas modulares (módulo e padrão) (compreensão: podes utilizar a app Aurasma)

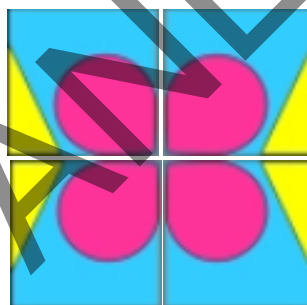
Considera o seguinte módulo e padrão. Identifica o processo de criação de cada padrão:

3.1



R: _____

3.2



R: _____

Grupo IV - Divisão da circunferência

Utilizando como centro o ponto O, desenha uma circunferência com 6 cm de diâmetro e divide-a em cinco partes iguais.

Finaliza com a inscrição de um polígono estrelado de cinco pontas.

(utiliza a régua e compasso)

O.



Esta proposta de trabalho é um estudo experimental, completamente anónimo e visa a utilização de um livro aumentado. A sua finalidade é contribuir para a perceção de algumas variáveis relacionadas com a aplicação da tecnologia de Realidade Aumentada em manuais escolares, nomeadamente na retenção e compreensão de conceitos. Agradecemos antecipadamente a tua colaboração.

Instruções: Abre o teu manual escolar “**ImaginarTE 5.º/6.º**” e estuda atentamente as páginas 15, 52, 68 e 99.

Tens **15** minutos para estudares e explorares estas páginas e os temas propostos em cada uma.

Se acabares antes dos 15 minutos, levanta o braço para receberes um pequeno teste e questionário.



Esta proposta de trabalho é um estudo experimental, completamente anónimo e visa a utilização de um livro aumentado. A sua finalidade é contribuir para a perceção de algumas variáveis relacionadas com a aplicação da tecnologia de Realidade Aumentada em manuais escolares, nomeadamente na retenção e compreensão de conceitos. Agradecemos antecipadamente a tua colaboração.

Instruções: Abre o teu manual escolar “**ImaginarTE 5.º/6.º**” e estuda atentamente as páginas 15, 52, 68 e 99.

Tens **15** minutos para estudares e explorares estas páginas e os temas propostos em cada uma.

Se acabares antes dos 15 minutos, levanta o braço para receberes um pequeno teste e questionário.



Esta proposta de trabalho é um estudo experimental, completamente anónimo e visa a utilização de um livro aumentado. A sua finalidade é contribuir para a perceção de algumas variáveis relacionadas com a aplicação da tecnologia de Realidade Aumentada em manuais escolares, nomeadamente na retenção e compreensão de conceitos. Agradecemos antecipadamente a tua colaboração.

Instruções: Abre o teu manual escolar “**ImaginarTE 5.º/6.º**” e estuda atentamente as páginas 15, 52, 68 e 99.

Tens **15** minutos para estudares e explorares estas páginas e os temas propostos em cada uma.

Se acabares antes dos 15 minutos, levanta o braço para receberes um pequeno teste e questionário.

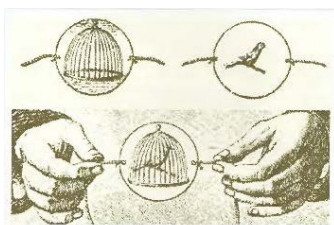


Esta proposta de trabalho é um estudo experimental, completamente anónimo e visa a utilização de um livro aumentado. A sua finalidade é contribuir para a perceção de algumas variáveis relacionadas com a aplicação da tecnologia de Realidade Aumentada em manuais escolares, nomeadamente na retenção e compreensão de conceitos. Agradecemos antecipadamente a tua colaboração.

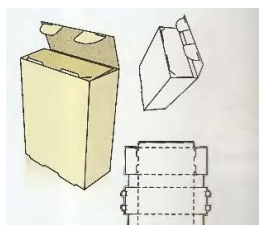
Instruções: Abre o teu manual escolar “*ImaginarTE 5.º/6.º*” e estuda atentamente as páginas 15, 52, 68, e 99.

Nestas páginas foi inserido um recurso multimédia a que podes aceder através do teu *smartphone* ou *tablet* utilizando a *app Aurasma*. As imagens de treino são as seguintes:

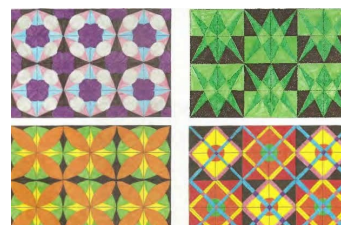
P. 15



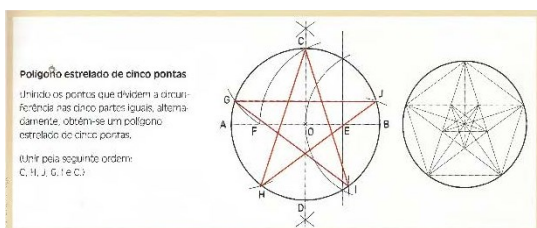
P. 52



P. 68



P. 99



Explora o livro e os recursos multimédia com o teu *smartphone* ou *tablet*.

Tens 15 minutos para a exploração. Se acabares antes levanta o braço para receberes um pequeno teste e questionário.

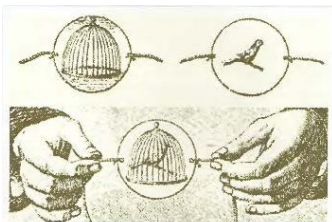


Esta proposta de trabalho é um estudo experimental, completamente anónimo e visa a utilização de um livro aumentado. A sua finalidade é contribuir para a perceção de algumas variáveis relacionadas com a aplicação da tecnologia de Realidade Aumentada em manuais escolares, nomeadamente na retenção e compreensão de conceitos. Agradecemos antecipadamente a tua colaboração.

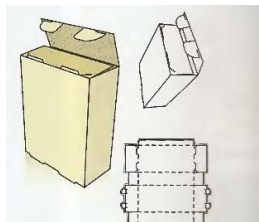
Instruções: Abre o teu manual escolar “*ImaginarTE 5.º/6.º*” e estuda atentamente as páginas 15, 52, 68 e 99.

Nestas páginas foi inserido um recurso multimédia a que podes aceder através do teu *smartphone* ou *tablet* utilizando a *app Aurasma*. As imagens de treino são as seguintes:

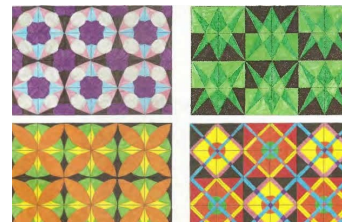
P. 15



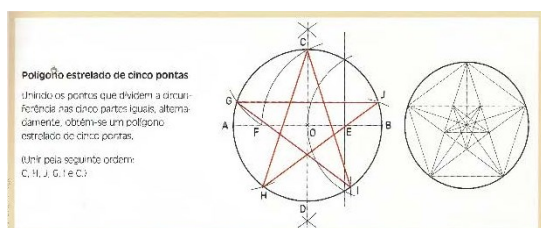
P. 52



P. 68



P. 99



Explora o livro e os recursos multimédia com o teu *smartphone* ou *tablet*.

Tens 15 minutos para a exploração. Se acabares antes levanta o braço para receberes um pequeno teste e questionário.

GRELHA DE OBSERVAÇÃO DIRETA

| HORA DE INÍCIO E FIM DO TESTE! | |
|---|---|
|  |  |

Questões/problemas colocadas pelos participantes:

| |
|--|
| |
|--|

Reações/attitudes dos participantes

| |
|--|
| |
|--|

Interações entre os participantes

| |
|--|
| |
|--|

